

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Mecánica

## SOPORTE DE ELEVACIÓN DE VEHÍCULOS



**Memoria i Anexos**

**Autor:** Jose Ignacio Domínguez Gómez  
**Director:** Jesús María Petreñas Ranedo  
**Convocatoria:** Junio 2019



## Resumen

En la memoria presentada a continuación podréis encontrar toda la información técnica y económica sobre un soporte diseñado con el objetivo de sustituir un elevador hidráulico por uno neumático.

La empresa **SEAT, S.A.** se basa en unas necesidades concretas para cambiar unos elevadores hidráulicos que utiliza para elevar modelos fabricados con diferentes objetivos y diferentes tecnologías por unos elevadores neumáticos que irán en la posición de la suspensión original de los vehículos.

En el informe se encontrarán los cálculos, la suspensión utilizada, los elementos normalizados utilizados i el diseño en detalle.

Como conclusiones importantes que sirvan a modo de información previa, se puede decir que el diseño trata de utilizar el máximo número de elementos normalizados posibles para abaratar costes y utilizar piezas de formas sencillas por el mismo motivo además de para garantizar un montaje sencillo. Como factor importante, señalar que se trata de un diseño que permite elevar los modelos de vehículos representando lo que sería una suspensión de coche de manera segura, con unos factores de seguridad elevados y con un coste muy ajustado ya que se consigue tener una reducción económica anual del orden de 15000 €, añadiéndole al hecho de ser más económico que el elevador utilizado actualmente, el hecho de las muchas ventajas técnicas que tiene el nuevo respecto al actual.

## Resum

A la memòria presentada a continuació trobareu tota la informació tècnica i econòmica sobre un suport dissenyat amb l'objectiu de substituir un elevador hidràulic per un neumàtic.

L'empresa **SEAT, S.A.** es basa en unes necessitats concretes per canviar uns elevadors hidràulics que utilitza per elevar els models fabricats amb diferents objectius i diferents tecnologies per uns elevadors neumàtics que aniran a la posició de la suspensió original dels vehicles.

A l'informe es trobaran els càlculs, la suspensió utilitzada, els elements normalitzats utilitzats i el disseny en detall.

Com a conclusions importants que serveixin com a informació prèvia, podem dir que el disseny tracta d'utilitzar el màxim nombre de peces normalitzades possibles per abaratir costos i utilitzar peces de formes senzilles pel mateix motiu a més de per poder obtenir un muntatge senzill. Com a factor important, assenyalar que es tracta d'un disseny que permet elevar els models de vehicles representant el que seria una suspensió de cotxe de manera segura, amb factors de seguretat elevats i amb un cost molt ajustat ja que s'aconsegueix tenir una reducció econòmica anual de l'ordre dels 15000 €, afegint-li al fet de ser més econòmic que els elevadors anteriors, el fet de les moltes avantatges tècniques que té el nou elevador respecte l'actual.



## Abstract

In the report presented below you will find all technical and economic information about a support designed with the aim of replacing a hydraulic lift for a pneumatic one.

The **SEAT, S.A.**, company is based on specific needs to change some hydraulic elevators that they use to elevate models manufactures with different objectives and different technologies by means of pneumatic elevators that will go in the positions of the original suspension of their cars.

In the report you will find all the calculations, the suspension used, the standard elements used and the design in detail.

As important conclusions that serve as a preliminary information, we can say that the design tries to use the maximum number of standardized elements possible to reduce costs and use pieces of simple shapes for the same reason and with the aim of ensuring a simple assembly. As an important factor, note that it is a design that allows to raise vehicle models representing what would be a car suspension safely, with a high safety factor and with a very light cost since it is possible to have an economic reduction annual of the order of 15000 €, adding to the fact that it is cheaper than the elevator currently used, the fact of the many technical advantages that the new has over the current system.



# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>I</b>
<b>RESUM</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>III</b>
<b>1. PREFACIO</b>	<b>3</b>
1.1. Origen y Motivación del trabajo .....	3
1.2. Requerimientos Previos .....	3
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
2.1. Objetivos del trabajo .....	5
2.2. Alcance del trabajo .....	5
<b>3. DESARROLLO TÉCNICO DEL PROYECTO</b>	<b>7</b>
3.1. Planificación .....	7
3.2. Condiciones básicas del Proyecto .....	9
3.3. Sistema Actual .....	10
3.4. Suspensión Neumática .....	15
3.5. Posibles Alternativas .....	21
3.5.1. Opción A .....	22
3.5.2. Opción B .....	23
3.5.3. Opción C .....	24
3.5.4. Opción D .....	26
3.5.5. Opción E .....	27
3.6. Alternativa Seleccionada .....	28
3.6.1. Diseño Conjunto Neumático Regulable Nuevo .....	28
3.6.2. Diseño Conjunto Fijo Nuevo .....	32
3.6.3. Materiales .....	34
3.6.4. Cálculos y Medición de Elementos Finitos del Soporte .....	34
3.6.5. Guías y Patines .....	45
3.7. Comparativa Técnica .....	47
3.8. Valoración Económica .....	48

3.8.1. Valoración Proyecto.....	48
3.8.2. Comparativa Económica .....	50
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>56</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>57</b>
<b>ANEXO A - CÁLCULOS</b> .....	<b>59</b>
<b>ANEXO B – PLANOS</b> .....	<b>62</b>
<b>ANEXO C – CATÁLOGOS</b> .....	<b>70</b>
<b>ANEXO D – PRESUPUESTOS PROVEEDORES</b> .....	<b>93</b>
<b>ANEXO E – MANUALES DE USUARIO</b> .....	<b>96</b>

# 1. Prefacio

## 1.1. Origen y Motivación del trabajo

La empresa **SEAT, S.A.** en la que trabajo después de haber realizado mis prácticas, me planteó un problema con el que se encontraban. El en el **Centro de Prototipos y Desarrollo (CDP)** se realizan, entre otros trabajos, los diferentes modelos de vehículo de la marca fresados en resinas, en aluminio, laminados, con impresión 3D... en definitiva, con diferentes tecnologías, para realizarles diferentes pruebas, ya sean simplemente pruebas de visibilidad, de ergonomía, de montaje o para diferentes estudios como los realizados en el túnel del viento y demás. Estos modelos que se realizan no suelen ser móviles, y es necesario poder estudiar su situación en diferentes alturas. El problema que les surgió radica aquí mismo, en el hecho de necesitar elevar los diferentes modelos a diferentes alturas para realizar las pruebas.

Hasta la actualidad habían utilizado unos pistones hidráulicos, ya que eran lo único de que disponían pero les generaban diferentes inconvenientes, por lo que la empresa quiere cambiarlos y de ahí la necesidad de éste proyecto.

Todo el proyecto y la memoria están enfocados desde un punto de vista **profesional**, ya que se trata de un proyecto en el que mostrar de que manera se ha desarrollado por mi parte el trabajo dentro de la empresa teniendo en cuenta los aspectos más importantes que se valoran. Es decir, teniendo en cuenta la función de **proyectista** y toda la función de **management**, donde se engloba la planificación, el contacto directo con cliente, la búsqueda y puesta en contacto con proveedores y la valoración de presupuestos entre otro, además obviamente, de estar encima en todo momento del desarrollo del proyecto.

## 1.2. Requerimientos Previos

Tal y como trabajamos en la empresa, lo primero que hicimos al entrar el proyecto de trabajo fue realizar una reunión con un compañero del departamento de gestión y con el cliente para sentar las bases, ver donde se encuentran y donde radican los problemas para así poder trabajar en mejorarlo.

Tanto los problemas como los puntos a mejorar quedaron expuestos y claros, a la espera de que a medida de que se fuese avanzando en el diseño, hubiesen más reuniones para tratar posibles problemas o dudas que fuesen surgiendo.

Pero como decía, en la primera reunión quedaron expuestas las bases de lo que se quería.

Para empezar, el cliente tenía claro que no quería un sistema hidráulico ya que les había dado muchos problemas. Esa era la primera y principal premisa.

Otra premisa importante era que como se verá en el informe, se necesita un sistema fijo y regulable, el sistema regulable fuese fiable y se pudiese regular a distancia, garantizando el poder regular los cuatro puntos de elevación de manera diferente.

Se continuó con el requerimiento de que fuese un sistema simple, no se quería un sistema de muchas piezas o muy complejo de montar, ya que es un sistema que se pretende montar en todos los modelos que se fabriquen y quieren que se lo más simple posible, donde a veces surge la dificultad, en el hecho de hacerlo simple, y que sea sencillo de montar.

Por último, dibujando a groso modo los requerimientos básicos, se pedía que el sistema no pasara del coste del sistema utilizado actualmente, que su coste fuese inferior o como mucho el mismo.

Después de la primera reunión tenía el dibujo mental de lo que querían, trabajé con esas premisas imprescindibles y a medida que se fue creando el diseño se fueron teniendo más reuniones para ver si el proyecto iba en el sentido que el cliente deseaba.

## 2. Introducció

### 2.1. Objectivos del trabajo

Antes de empezar el proyecto técnico, realizamos una reunión el analista y yo, como proyectista, con nuestro jefe para marcar los hitos del proyecto y marcar los objetivos del mismo.

El **objetivo principal** es diseñar un soporte donde poder incorporar algún tipo de suspensión, que también tendremos que conseguir, que nos sirva para poder regular la altura de los diferentes modelos y de los vehículos que utilizan el chasis original.

A partir de aquí, tenemos unos **objetivos** más **específicos** marcados que son los siguientes:

- El objetivo es que la suspensión que utilicemos nos permita **regular la altura de los cuatro soportes de manera independiente**, es decir, poder elevar una más que otra simultáneamente ya que para realizar algunas pruebas como por ejemplo las del túnel del viento necesitamos levantar más el vehículo por un lado que por otro.
- Debo crear un **diseño que soporte la carga necesaria**, que estará señalada más adelante en este documento, con su respectivo factor de seguridad.
- **Buscar proveedores** de material que nos permitan obtener los materiales y la suspensión necesaria y que estén **dentro de un precio razonable y competitivo**.
- A pesar de no querer utilizar más el sistema antiguo por diversos inconvenientes que tiene, que veremos más en profundidad en otros apartados del documento, queremos que el nuevo sistema a diseñar tenga un **coste más reducido** o como mínimo el mismo coste que el sistema que se utiliza actualmente.

### 2.2. Alcance del trabajo

En este trabajo se va a poder ver el desarrollo completo de un proyecto tal y como lo realizamos en la empresa con todos los datos necesarios (excepto los imposibles de mostrar por cuestiones de confidencialidad con nuevos vehículos).

Va a ir desde el desarrollo de la planificación esperada marcando unos hitos importantes y el desarrollo de las diferentes tareas mediante un diagrama de GANTT realizado con el software Microsoft Project, continuando con el estudio de los problemas del sistema antiguo para seguir con la

valoración de diferentes propuestas para el nuevo sistema, la adjudicación de uno de los sistemas, los cálculos necesarios y el desarrollo económico del proyecto para finalizar sacando conclusiones y comparativas con el sistema antiguo.

Todos los datos técnicos se van a encontrar a lo largo de la memoria, pero los datos más particulares en cuanto a manuales de productos, planos realizados y presupuestos particulares de proveedores, se encontrarán en los diferentes anexos con los que cuenta el informe.

En definitiva, va a ser un proyecto completo tal y como se desarrolla en una gran empresa multinacional como es **SEAT, S.A.** desde dentro del departamento **Centro de Prototipos y Desarrollo (CPD)** en el que trabajo.



### 3. Desarrollo técnico del Proyecto

#### 3.1. Planificación

A continuación se muestra la planificación hecha teniendo en cuenta los hitos del proyecto.

PLANIFICACIÓN	DICIEMBRE								ENERO																FEBRERO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	SEMANA 51					SEMANA 52					SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4					SEMANA 5					SEMANA 6					SEMANA 7					SEMANA 8					SEMANA 9					SEMANA 10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28	31	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28	29	30	31	1	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	1	4	5	6	7	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ESTUDIO PREVIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

[illegible]

### 3.2. Condiciones básicas del Proyecto

Este proyecto tiene varias condiciones importantes a respetar a parte de los objetivos señalados en el apartado **2.1. Objetivos del trabajo**. La principal es la grúa que se va a utilizar para mover los modelos de un sitio a otro.

El cliente, en última instancia nos solicitó si podíamos encontrar alguna grúa que nos hiciera ese servicio, el de mover los modelos de un punto a otro, y tras sondear el mercado y hablar con los clientes para asegurarnos que tipo de grúa querían, el analista asociado a mi proyecto me comunicó que la grúa sería una como la mostrada en la **Figura 3.1**.



**Figura 3.1.** Imagen ilustrativa del tipo de grúa que utilizará el cliente.

Esta grúa no estará incluida en el análisis económico ya que se la hemos buscado al cliente pero como viene desde un proveedor externo a la empresa, el cliente se pondrá en contacto con el proveedor a la hora de la compra, es decir, lo tendrán que tener en cuenta ellos directamente en su balance económico, yo la tendré únicamente en cuenta para el cálculo técnico.

Una condición muy importante a tener en cuenta es el **peso de los modelos**. Un requisito es que el peso a soportar por el elevador será como máximo, es decir, en el peor de los casos, de **4000 kg**. Hay

que decir que nunca llegará a ese peso ni por asomo, se quedará como mucho en 3000 kg, pero al tratarse de modelos pesados y manipulador por modelistas y operarios, no se quieren correr riesgos y los factores de seguridad acumulados en forma de sobredimensionamiento serán muy elevados, atendiendo siempre a que el coste no supere al elevador que se utilizaba hasta la fecha.

Otra condición básica no señalada en el punto **2.1. Objetivos del trabajo** es el hecho de que el cliente me ha pedido directamente que el sistema de elevación se lo más simple posible, es decir, empecé trabajando en la idea de un elevador un poco complejo, que pudiera hacer la función pero con una forma sofisticada para que la suspensión no se viera, o se viera lo menos posible, pero esto lo haría más caro y más difícil a la hora de montarlo, así que el cliente me pidió expresamente que fuera un sistema muy simple, que no importaba visualmente que se viera y que quería que tuviera el menor número de piezas posible.

Por último, un requisito realmente importante para el cliente era que el sistema consistiera, en la parte mecánica, en un sistema que no utilizara una suspensión hidráulica, ya que hasta la hora habían utilizado un sistema así que les daba diferentes problemas, pero el más importante para determinar condición sine qua non de que no fuese hidráulico el nuevo, era el hecho de que muchos modelos se utilizan para presentaciones oficiales dentro de departamentos de la misma **SEAT, S.A.** o de empresas directas del grupo **Volkswagen**, y los elevadores hidráulicos en muchas ocasiones han desprendido aceite de los pistones hidráulicos y han provocado suciedad y problemas injustificables en las salas de presentaciones. A partir de esta petición, el proyecto se orientó en todo momento en el uso de un **sistema con suspensión neumática**.

### 3.3. Sistema Actual

Antes de empezar a especificar el diseño y las partes del nuevo soporte elevador y la nueva suspensión, tenemos que tener claro lo que nos aporta el que se utiliza actualmente para mejorarlo e intentar no perder prestaciones.

Para empezar, hay que especificar que nos encontramos con tres sistemas diferentes actualmente. Tenemos un sistema que denominaremos sistema fijo, y dos sistemas regulables, el primero conocido de aquí en adelante como sistema hidráulico regulable manual y el otro conocido como sistema hidráulico regulable electrónico.

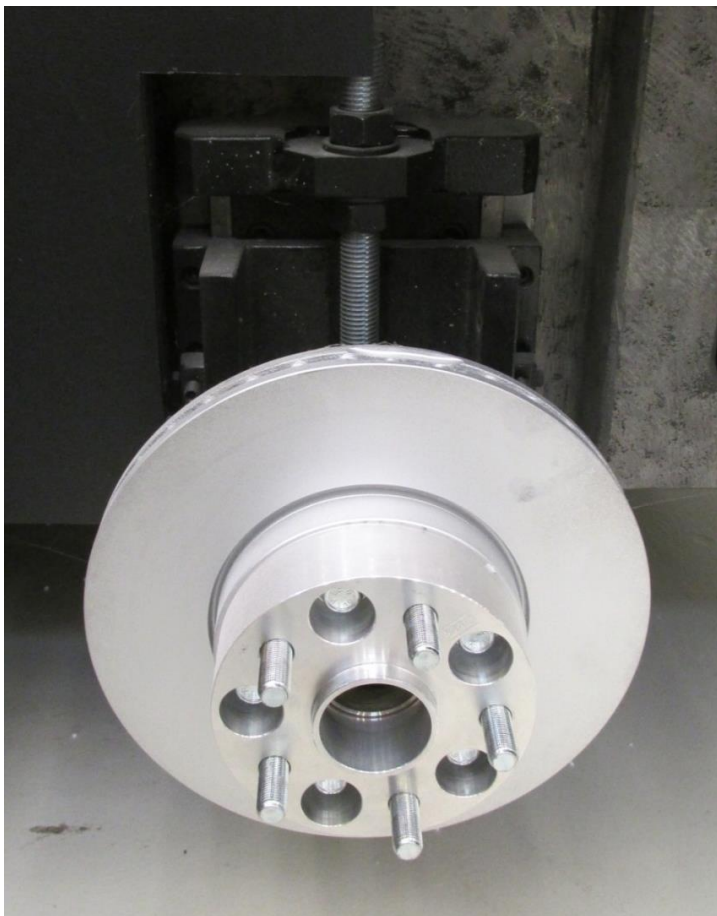
- **Sistema Fijo Actual**

Hay varios modelos en los que se quiere alcanzar una posición de altura fija, sin variaciones en el tiempo. Para conseguir esto, se utiliza un sistema de manual en el que damos la altura mediante un espárrago roscado tal y como se ve en la **Figura 3.2**.

Con este sistema, el cliente consigue asegurar que la altura sea la deseada en todo momento, sin variaciones.

Por otra parte, además de ser un sistema seguro y fijo es más económico que los otros dos que se utilizan, ya que no disponemos de elementos hidráulicos ni parte electrónica que lo encarezcan.

A pesar de ser más económico que los otros soportes, nos encontramos con un problema común en los tres sistemas actuales, y es que las piezas hechas en fundición son caras, tienen piezas complejas ya que no se utilizan piezas normalizadas ni siquiera en las guías que sirvan para elevar, y es un punto en el que podemos sacar margen económico de mejora.



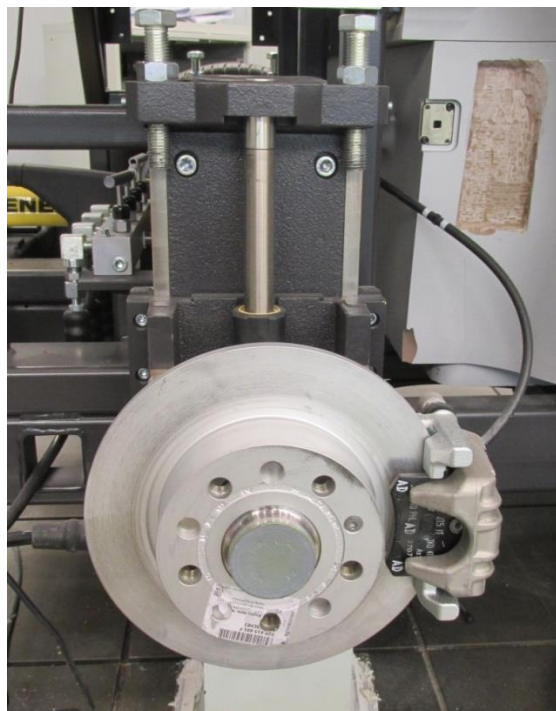


**Figura 3.2.** Sistema Fijo Actual.

- **Sistema Hidráulico Regulable Manual**

En los sistemas en los que se tiene que regular la altura de los modelos con más frecuencia, por el motivo que sea, se utilizan actualmente dos sistemas diferentes.

El **sistema hidráulico manual** consiste en unos pistones hidráulicos como se muestra en la **Figura 3.3.**, que están regulados por una bomba manual como la de la **Figura 3.4.**



**Figura 3.3.** Pistones del Sistema Hidráulico Regulable manual actual.



**Figura 3.4.** Bomba manual del Sistema Hidráulico Regulable manual actual.

Los pistones utilizados en el sistema actual son los que se señalan en la **Tabla 3.1.**, mostrada a continuación.

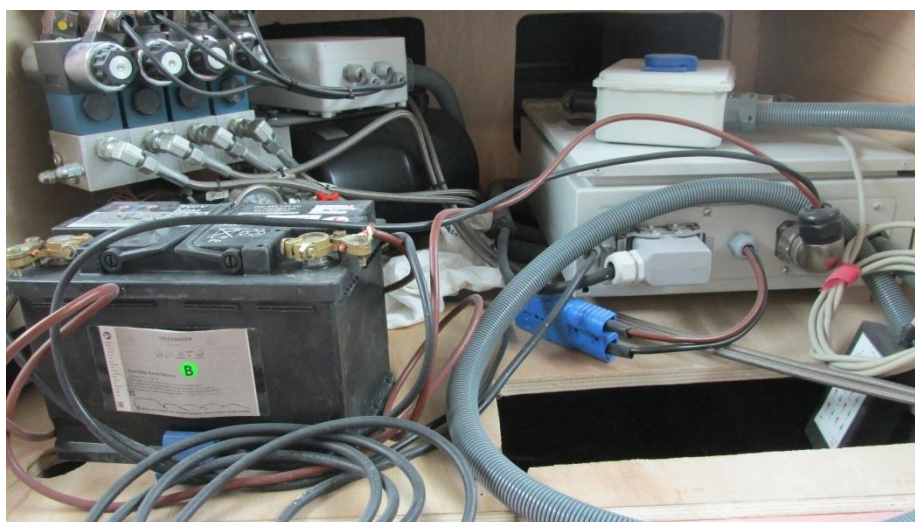
	Fuerza (KN)	Carrera (mm)	Área efectiva del cilindro (cm2)	Presión máxima (bar)
<b>Cilindro RC-55</b>	45	127	6.5	700

**Tabla 3.1.** Característica de los pistones utilizados actualmente.

- **Sistema Hidráulico Regulable Electrónico**

El otro caso en el que el modelo tiene que variar de altura con más asiduidad utiliza el **sistema hidráulico regulable electrónico**, que consiste, igual que en el **sistema hidráulico regulable manual**, en unos pistones hidráulicos de característica iguales o muy similares a los anteriormente expuestos, pero esta vez accionados por una centralita hidráulica que sirva para poder regular la altura del modelo a distancia. En la **Figura 3.5.**, se observan las partes de las que consiste este sistema regulable.





**Figura 3.5.** Diferentes partes del Sistema Hidráulico Regulable Electrónico actual.

Igual que hemos hablado de los inconvenientes específicos del soporte fijo actual, los sistemas regulables tienen también inconvenientes que tenemos que mejorar en el sistema nuevo a diseñar que sean nuestras ventajas. Estos inconvenientes mencionados son los siguientes:



- Tenemos dos sistemas regulables diferentes entre sí, no tenemos un estándar.
- No podemos garantizar la misma altura constante en los cuatro soportes en caso de querer tener la misma altura en los cuatro, ni podemos garantizar la posición exacta de manera individual si queremos que cada uno tenga una altura diferente.
- El paso de tubos es incómodo, ya se ve en la **Figura 3.5.**, donde vemos que se tiene que colocar en la bandeja del vehículo y los tubos son muchos y gruesos.
- Un problema muy grave es la pérdida de aceite en algunos casos provocando suciedad, algo muy negativo cuando se produce en salas de presentación de modelos delante de altos cargos del grupo de la empresa.
- Los ajustadores tiene problemas a la hora de montar los sistemas por el recorrido de los pistones y el peso de las piezas.
- Se han dado casos en los que las piezas han sufrido atascos, ya que son piezas pesadas de fundición.
- Por último, nos encontramos con el mismo problema que el comentado en el sistema fijo actual, y es el alto coste de las piezas de fundición.

### 3.4. Suspensión Neumática

Como requisito ya comentado, el trabajo mecánico en nuestro elevador lo va a realizar una suspensión neumática.

Para poder desarrollar el proyecto, he tenido que buscar por el mercado y ponerme en contacto con diferentes proveedores.

A la hora de saber el tipo de suspensión adquirir, no he tenido problemas, me he guiado más por el aspecto económico y que estuviera preparada para la adaptación a vehículos de nuestra marca, ya que la restricción del peso no la consideraba un problema porque están preparadas para asumir el peso de un vehículo y también con un factor de seguridad impuesto por el fabricante.

Después de ponerme en contacto con diferentes proveedores y comparar suspensiones, la suspensión utilizada es el **Kit 75576 Volkswagen** de la casa **Air Lift Performance**.

El motivo para escoger este Kit en particular es por razones técnicas. Que son las siguientes:

- Específica del **grupo Volkswagen**, no tendremos problema para montarla en vehículos con chasis original de nuestros coches ya que pertenecemos a su grupo y utilizamos mismas plataformas.

- El Kit utiliza un **compresor y un depósito de unas medidas razonables**, algo importante ya que también hay que encontrarle emplazamiento a ellos en cada modelo.
- El cliente nos da la posibilidad de **cambiar el kit** y en lugar de tener dos suspensiones delanteras y dos traseras, puede estar formado por cuatro delanteras o cuatro traseras, cosa que nos irá bien para determinados modelos.
- Esta suspensión funciona con **control individual de las cuatro suspensiones**, cada una puede tener una altura determinada y mantenerse en esa posición fija, independientemente de la altura, regulada por la cantidad de aire a presión que se le insufla a cada balona, que tenga cada punto de elevación.
- Cuenta con un control remoto para regular la altura a distancia y en el que te marca la presión de cada balona, teniendo además la posibilidad de memorizar diferentes presiones para obtener posiciones mediante una simple orden.

En las imágenes mostradas a continuación en las **Figura 3.6** vemos de qué partes se compone el **Kit 75576 Volkswagen de Air Lift Performance**, y en el **Anexo E** encontraréis el manual de montaje del mismo. El manual nos sirve para el montaje del cableado y conexión de tubos, ya que el montaje en el chasis en nuestro caso es totalmente diferente ya que lo diseñé nuevo.



**Figura 3.6.1.** Conjunto del kit 75576 Volkswagen de Air Lift Performance completo.

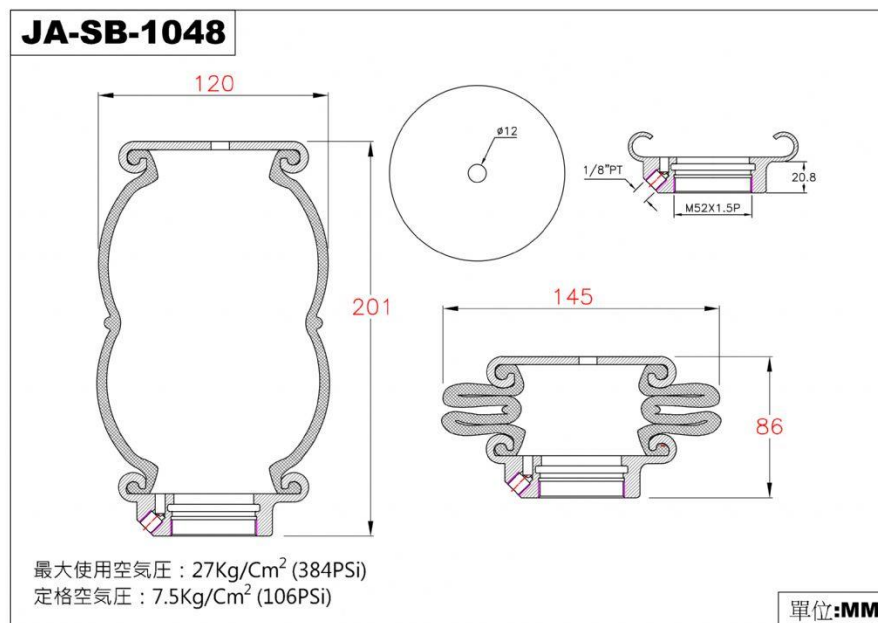


**Figura 3.6.2.** Balonas delanteras y traseras del Kit 75576 Volkswagen de Air Lift Performance.

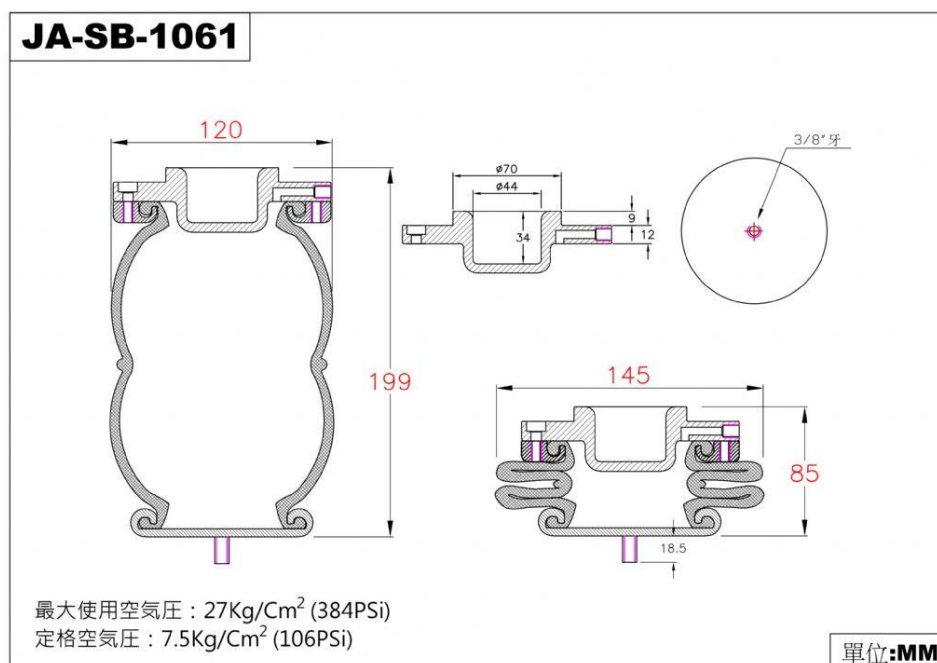


**Figura 3.6.3.** Conjunto del compresor, centralita y control remoto del Kit 75576 Volkswagen de Air Lift Performance.

A la hora de poder trabajar en el diseño del producto, la empresa proveedora del Kit no me facilitó el fichero CAD de la suspensión, únicamente me pudieron facilitar las medidas mostradas en la **Figura 3.7.1** donde se muestran las medidas de las balonas delanteras y las de las balonas traseras mostradas en la **Figura 3.7.2**.

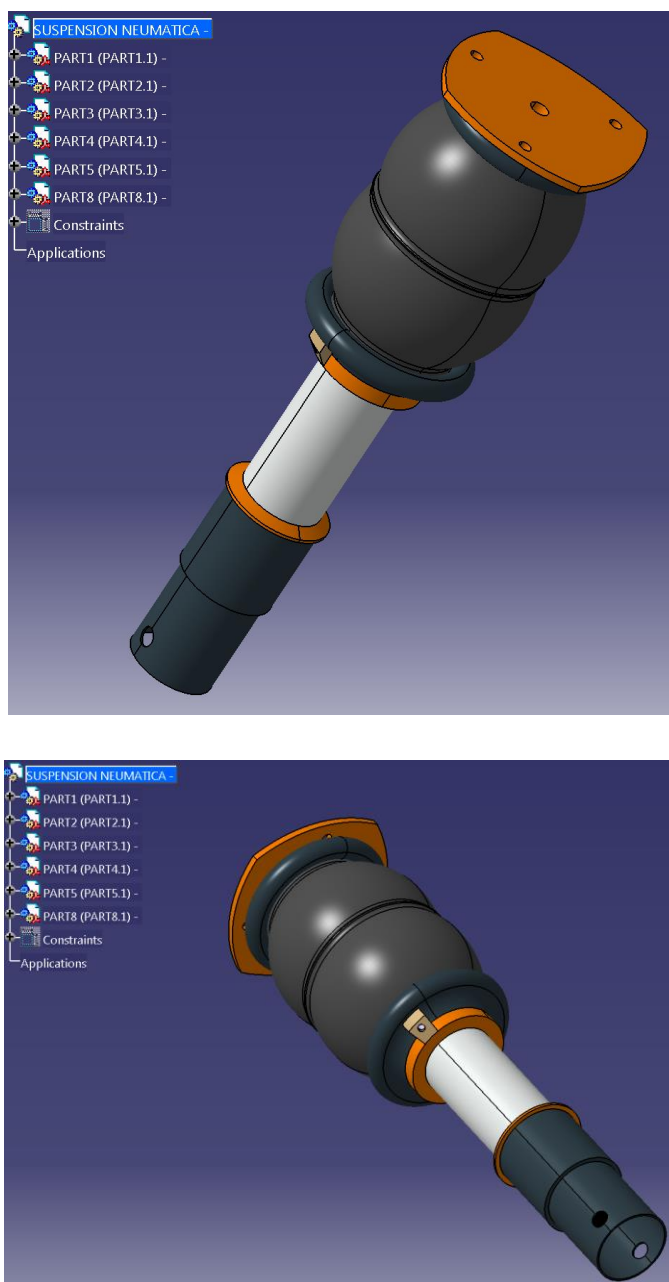


**Figura 3.7.1.** Medidas técnicas teóricas de las balonas delanteras del kit de suspensión neumática.



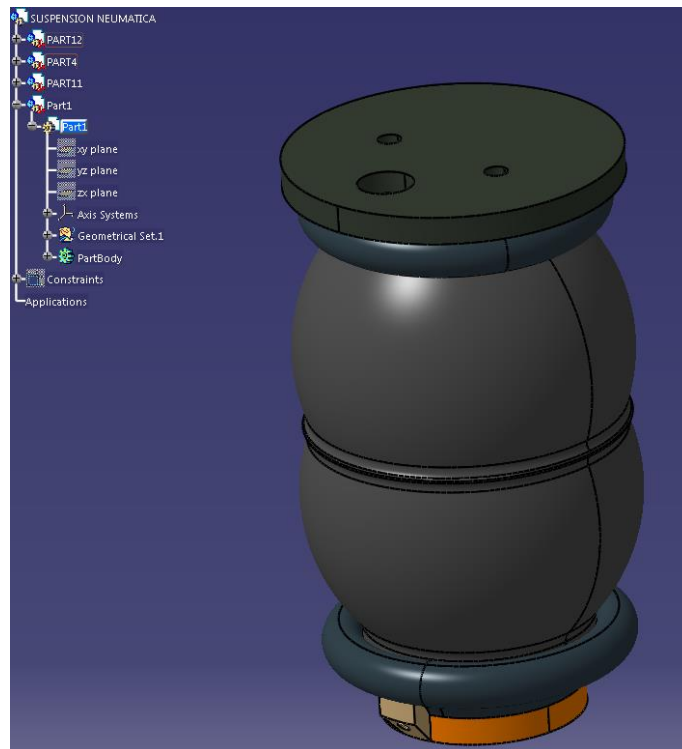
**Figura 3.7.2.** Medidas técnicas teóricas de las balonas traseras del kit de suspensión neumática.

A partir de estos datos, trabajé en crear el modelo CAD mostrado en la **Figura 3.8.1** pero ya montado con su soporte.



**Figura 3.8.1.** Modelo CAD del Kit de suspensión neumática delantera.

Además, también proyecté la balona trasera (**Figura 3.8.2**) para poder trabajar con ambas, y decidir si se utilizarían las dos delanteras y dos traseras ya que es algo más económico, o si iría mejor utilizar las dos delanteras o las dos traseras.



**Figura 3.8.2.** Modelo CAD del Kit de suspensión neumática trasera.

En resumen, las características a destacar y que me han hecho decantarme por este kit son las siguientes:

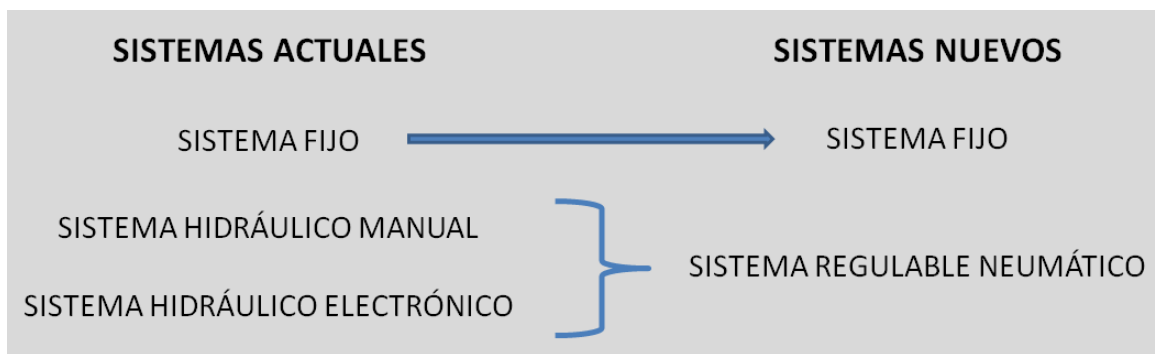
- **Control independiente** para cada amortiguador mediante **control remoto**.
- Sistema de **altura** totalmente **ajustable**.
- Compresor de alta presión **rápido y silencioso**.
- Tanque de aire de **20 L**.
- **Máxima presión** que soporta cada balona 200PSI = **1,4 MPa (Máxima Recomendada 180 PSI = 1,24 Mpa)**.
- **Tanque de aire** comprimido de acero inoxidable **700 x 165 x 210 mm**.
- Posibilidad de pedir 4 amortiguadores delanteros o 4 traseros. **(+150€)**
- **Recorrido** del amortiguador **20 cm**.
- Tiempo de espera del pedido entre **15-20 días**.

### 3.5. Posibles Alternativas

Cuando empecé con el proyecto, tal y como he indicado en el punto **3.2 Condiciones básicas del proyecto** de la memoria, estudié la manera de hacer que no se viera la suspensión que iba a utilizar y que el soporte también se viera lo menos posible. Esto hacía que fuera algo muy sofisticado, complejo e incómodo de montar, además de que incumplía con ello un requisito importante, que es que querían tener un único tipo de soporte para todos los modelos, y teniendo en cuenta que hay modelos fresados, modelos en chapa, modelos con el chasis original, modelos montados sobre estructuras tubulares, etc., intentando hacer que no se vieran iba a tener que realizar un soporte diferente para cada modelo, así que lo desestimé.

Después de una de las reuniones con el cliente y tras hablar sobre la visibilidad del soporte y la suspensión, se consideró lo explicado anteriormente, el hecho de que se viera no era un problema.

Además, teniendo en cuenta el punto **3.3. Sistema Actual** de este informe, sabemos que tenemos tres sistemas actualmente. Sabemos que hay modelos que queremos que sean completamente fijos, en los que no sería necesario utilizar un sistema neumático porque sería un gasto innecesario, pero el soporte sí que debería ser el mismo como condición para así poder tener un estándar. En resumen tenemos la **Figura 3.9**.



**Figura 3.9.** Esquema de relación entre sistemas actuales y sistemas nuevos a diseñar.

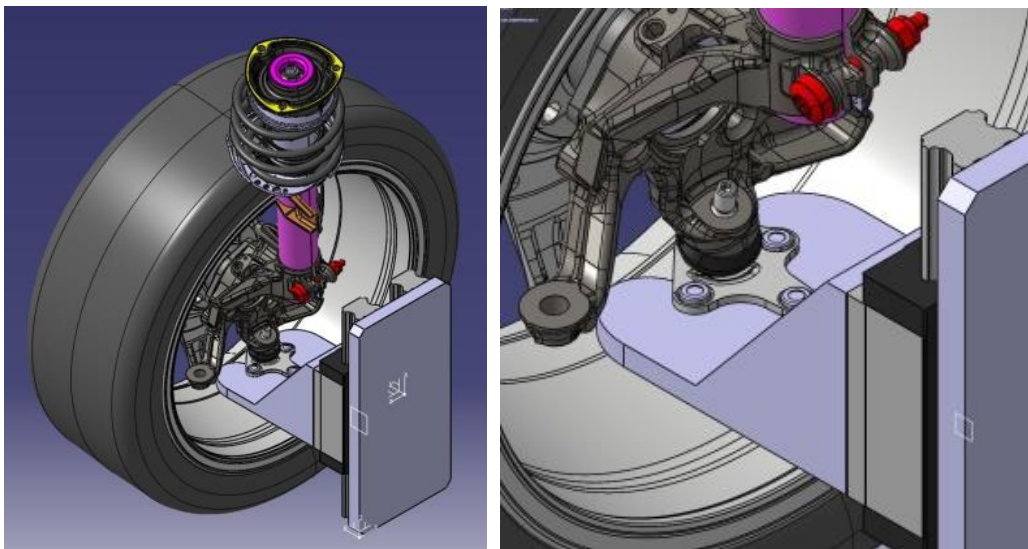
A continuación muestro todas las alternativas en las que he trabajado para este proyecto. Todas están valoradas para la suspensión neumática, pero después, una vez seleccionada una de las opciones, se adaptaría para el sistema fijo.



Cada una me aportaba una cosa diferente, interesante y necesaria. Voy a explicar en cada una de las opciones lo que me aportaban y el porqué de su planteamiento. Al final del este punto de la memoria, encontraréis una pequeña comparativa de todas ellas y por la que finalmente me decidí a utilizar.

### 3.5.1. Opción A

La primera opción en la que pensé consistía en trata de utilizar dos guías por la parte frontal de la placa de apoyo, con una pieza atornillada que servirá para apoyar en ella la mangueta del modelo del coche donde irá a parar la suspensión neumática como se muestra en la **Figura 3.10**.



**Figura 3.10.** Representación CAD de la opción A.

Mi primer pensamiento se dirigió en este sentido por el hecho de utilizar piezas normalizadas del vehículo. No íbamos a tener problemas ni para conseguirlas ni en tiempo de fabricación. Pero tenía sus desventajas. A continuación presento ventajas y desventajas que me encontraba con este sistema.

#### Ventajas

- Utilización de mangueta normalizada y en nuestro poder.
- Uso del buje propio del vehículo propio.
- Una única pieza a fabricar que sería la unión de la manguera con los patines.



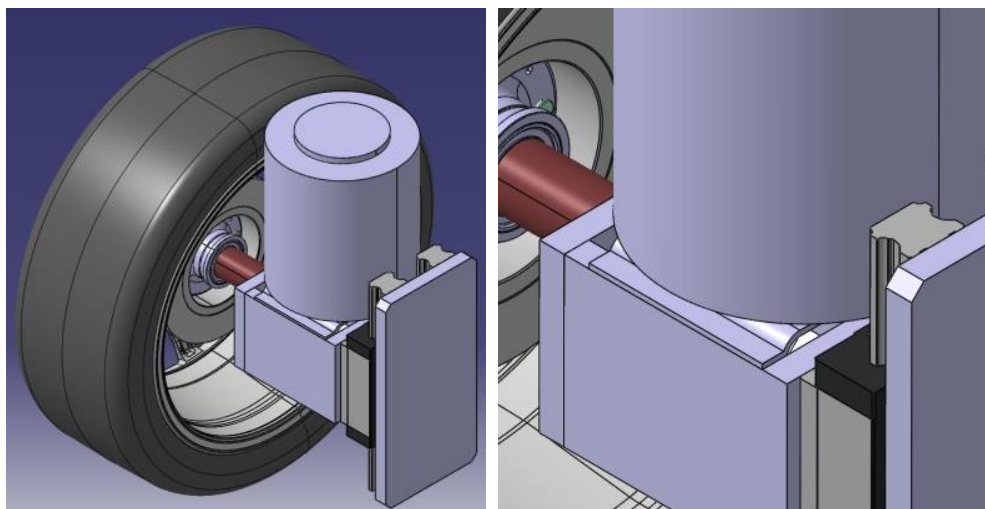
- La mangueta sabemos que soporta el peso ya que es la utilizada en nuestros vehículos y no tienen problema para soportar el peso de los coche ni si quiera cuando hay desperfectos en el asfalto yendo a alta velocidad, por lo que no tendría problemas para soportar y elevar los modelos.

### Desventajas

- La forma de la pieza que tenemos que fabricar es más compleja que la que veremos en otras opciones.
- Deberíamos utilizar una mangueta diferente para cada modelo.
- Cada mangueta tendría un anclaje diferente.
- Habría que buscar una manera de bloquear el movimiento propio de la mangueta.
- No se podría regular al movimiento en X del neumático, aspecto importante ya que cada modelo tiene el neumático en una posición diferente de X, con lo que habría cada vez que desmontar la mangueta y taladrarla en otro sitio de la pieza de unión.

### 3.5.2. Opción B

En esta segunda opción, pensé en utilizar dos guías por la parte frontal de la placa de apoyo, creando un cuadrilátero sobre el que reposaría una pieza que servirá de base para la suspensión neumática del tipo de balona de gas. En la parte frontal del cuadrilátero se anclará un cilindro que servirá como buje. La **Figura 3.11.**, muestra una imagen en la que diseñé a grandes rasgos la alternativa.



**Figura 3.11.** Representación CAD de la opción B.

### Ventajas

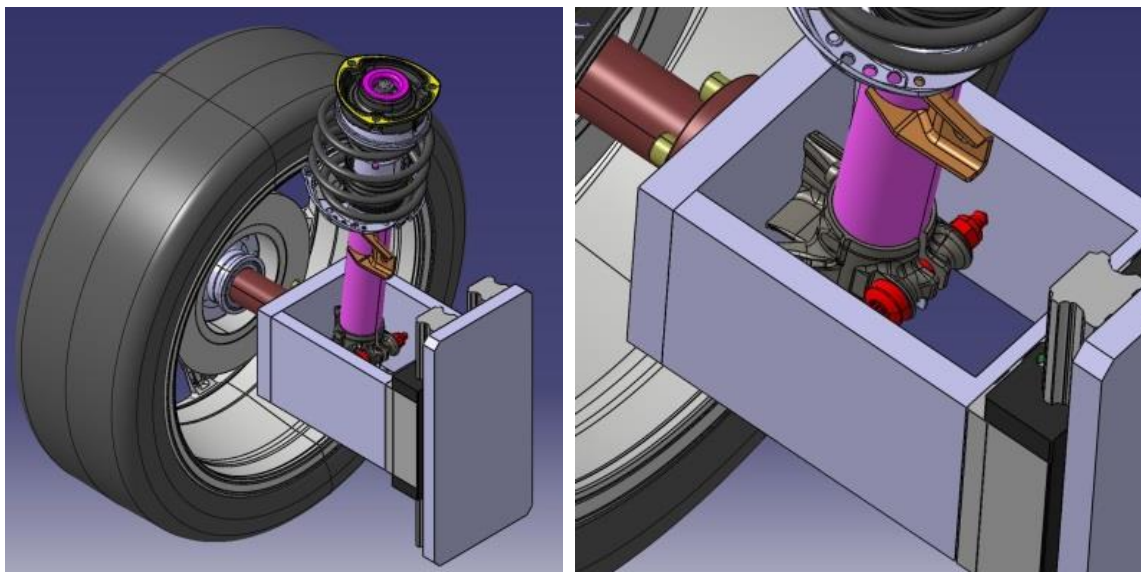
- Piezas de forma sencillas.
- Anclaje de la suspensión en una superficie completamente plana.

### Desventajas

- El diámetro de las valonas podría estar en contacto con el neumático, se estudiaría en profundidad si fuese la opción escogida.
- Hay que cambiar la forma de anclar este tipo de suspensión en los modelos que utilizan el chasis de coche.
- El volumen de piezas es mayor y el volumen que ocupan sería bastante grande, habría que hacer un estudio.
- El buje no sería estándar y habría que estudiar la manera de regular el movimiento en X del neumático.

### 3.5.3. Opción C

Como tercera opción, estuve dándole vueltas a una posible alternativa a la opción A, ya que el movimiento de la mangueta era un problema significativo y pensé en utilizar dos guías por la parte frontal de la placa de apoyo, y a esas guías anclar cuatro placas de forma cuadrada, en una de ellas irá soldada una parte de la mangueta y por la otra cara el cilindro que servirá de buje, tal y como se ve en el diseño que recreé y que se muestra en la **Figura 3.12**.



**Figura 3.12.** Representación CAD de la opción C.

Esta opción es una variante de la **Opción A**, con algunas ventajas, la más importante la del movimiento de la mangueta, pero también con desventajas como se expresan a continuación:

### Ventajas

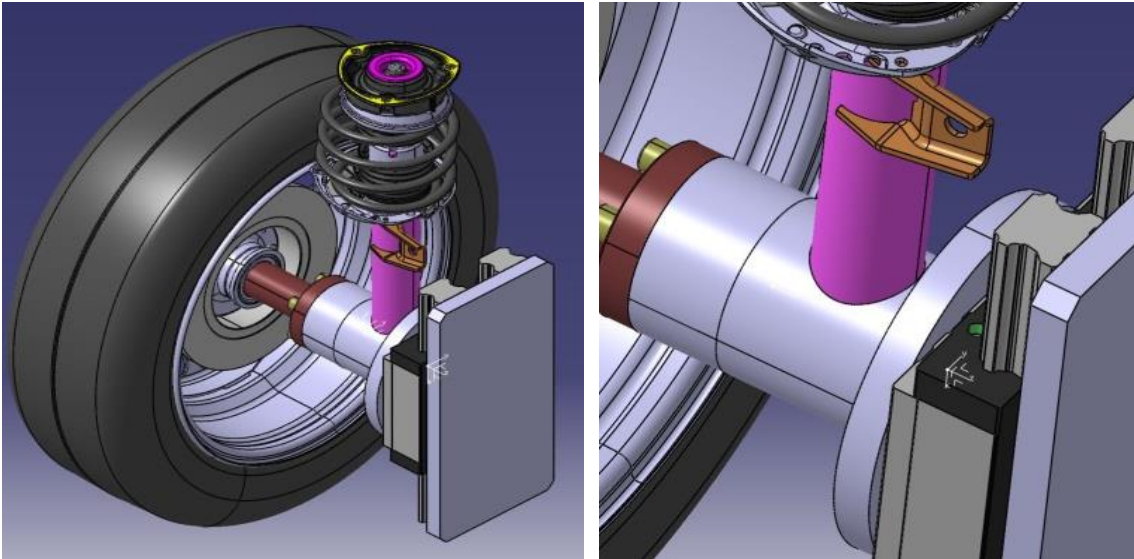
- La forma de las piezas a fabricar para el soporte son sencillas.
- La parte de la mangueta que se utiliza es propia y normalizada por el grupo.
- Forma sencilla de anclar todo el sistema de suspensión.

### Desventajas

- Tiene un mayor número de piezas a fabricar y soldar que la primera.
- Hay que cortar cada mangueta a utilizar.
- Esa parte de la mangueta la debemos soldar a una de las partes del soporte.
- No sabemos con exactitud la capacidad de soporte de la nueva forma de la mangueta cortada y soldada.
- No utilizaría el buje normalizado y seguiríamos con el problema de regular el movimiento en X del neumático.

### 3.5.4. Opción D

Esta opción consiste en utilizar dos guías por la parte frontal de la placa de apoyo, donde anclaremos un cilindro que será el que servirá como buje para sujetar la rueda. Ese mismo cilindro irá taladrado a la distancia necesaria para anclar la suspensión neumática. Esta opción está mostrada en el diseño de la imagen de la **Figura 3.13**.



**Figura 3.13.** Representación CAD de la opción D.

#### Ventajas

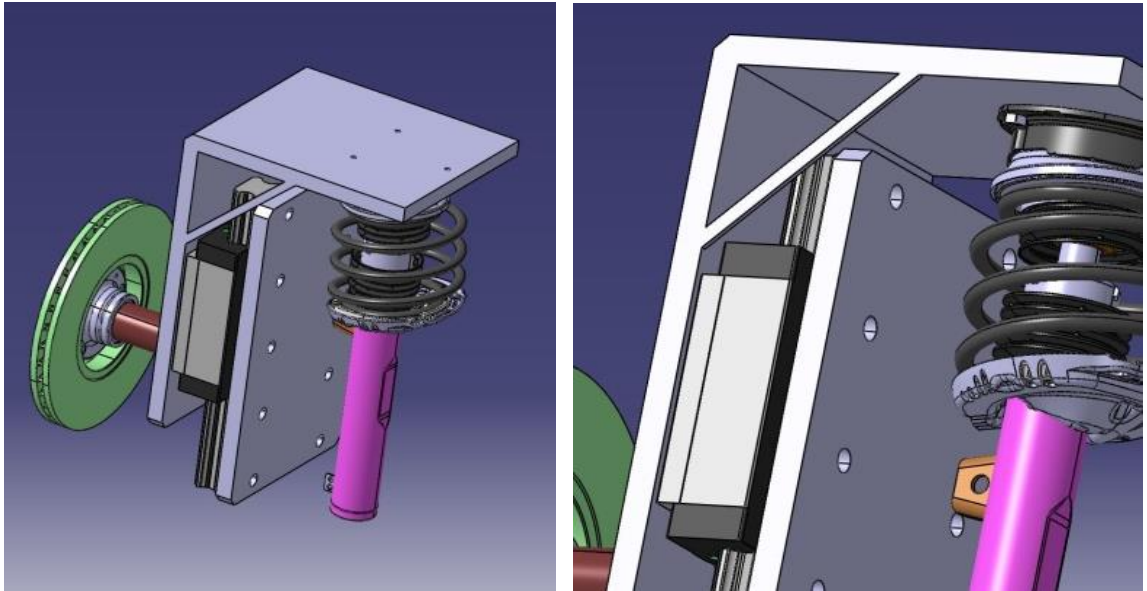
- Utilizamos un único cilindro que nos sirve para como soporte y como buje.
- Se trata de una pieza sencilla.
- La pieza, sin tener en cuenta el taladro que habría que hacerle para apoyar la suspensión neumática, lo haríamos directamente torneando.

#### Desventajas

- Hay que estudiar la manera de anclar la suspensión en el cilindro.
- Seguimos con el mismo problema a la hora de regular en X la posición de los neumáticos, que por otra parte es algo que se estudiará porque hay que tenerlo en cuenta para cualquiera de las opciones de las que hablo.

### 3.5.5. Opción E

En esta opción se utilizarían dos guías por la parte frontal de la placa de apoyo, donde se anclaría el cilindro que haría de buje y una gran placa que serviría para, al contrario de todas las otras opciones, anclar el amortiguador por la parte de detrás de la placa de apoyo y reposará sobre la estructura que soporta el modelo como se muestra en la imagen de la **Figura 3.14**.



**Figura 3.14.** Representación CAD de la opción E.

Esta opción, como todas, tiene sus partes positivas y sus partes negativas, pero ya podemos avanzar que no utilizaré esta opción por el hecho comentado anteriormente, de que no era necesario hacer que no fuera visible la suspensión, así que no tendría sentido complicar el montaje para conseguir algo que no influye. De todas maneras, a continuación se exponen las ventajas y las desventajas de este sistema.

#### Ventajas

- Principalmente, la forma de las piezas necesarias son sencillas y pocas.
- Otra ventaja que tiene, es que el estar por detrás, no íbamos a tener problemas a la hora de conseguir la posición en X, aunque habría que regularla, pero seguro que no haría tope con el neumático y tendríamos un mayor recorrido.

## Desventajas

- Habría que reforzar las esquinas de unión porque serían un punto crítico.
- Habría que crear una pieza nueva y buscar la manera de cómo hacerla para anclar la suspensión a la estructura de los modelos.
- Es una opción mucho más costosa a la hora del montaje.
- Habría que mirar, igual que en las otras, como regular la posición en X del neumático con el movimiento del buje.

## 3.6. Alternativa Seleccionada

Tras plantearme las ventajas e inconvenientes de cada opción que me planteé, decidí que la más interesante y en la que basaría mi planteamiento era la **Opción B**, teniendo en cuentas sus inconvenientes, el estudio del elevador lo planteé sobre todo en los puntos de saber si el diámetro de la balona me iba a dar espacio suficiente para la elevación de los modelos sin tener interferencia con el neumático, en saber de qué manera anclar la balona al soporte y en la manera de solucionar el problema que tenía con todas las opciones de cómo regular el movimiento en X del neumático.

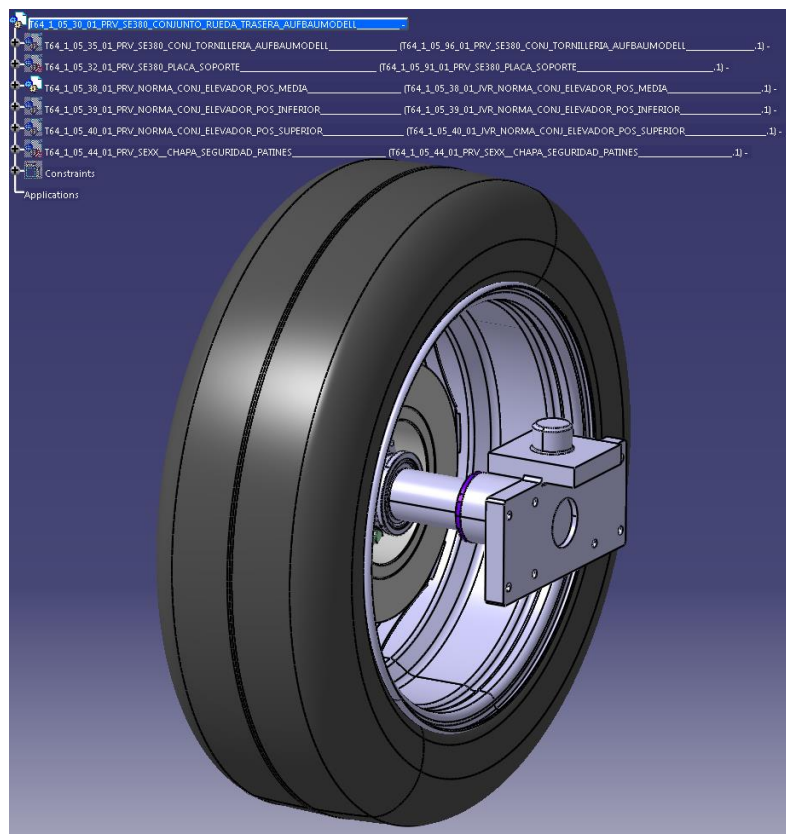
Para utilizar esta alternativa, tendremos que utilizar en cada modelo (excluyendo los modelos que utilicen el chasis original del coche), la opción que me dio el proveedor de la suspensión neumática de utilizar en lugar de un kit normal con sus dos suspensiones delanteras y sus dos suspensiones traseras, utilizar cuatro suspensiones traseras, con un sobrecoste de 100€ que tendremos en cuenta a la hora de hacer el balance económico.

### 3.6.1. Diseño Conjunto Neumático Regulable Nuevo

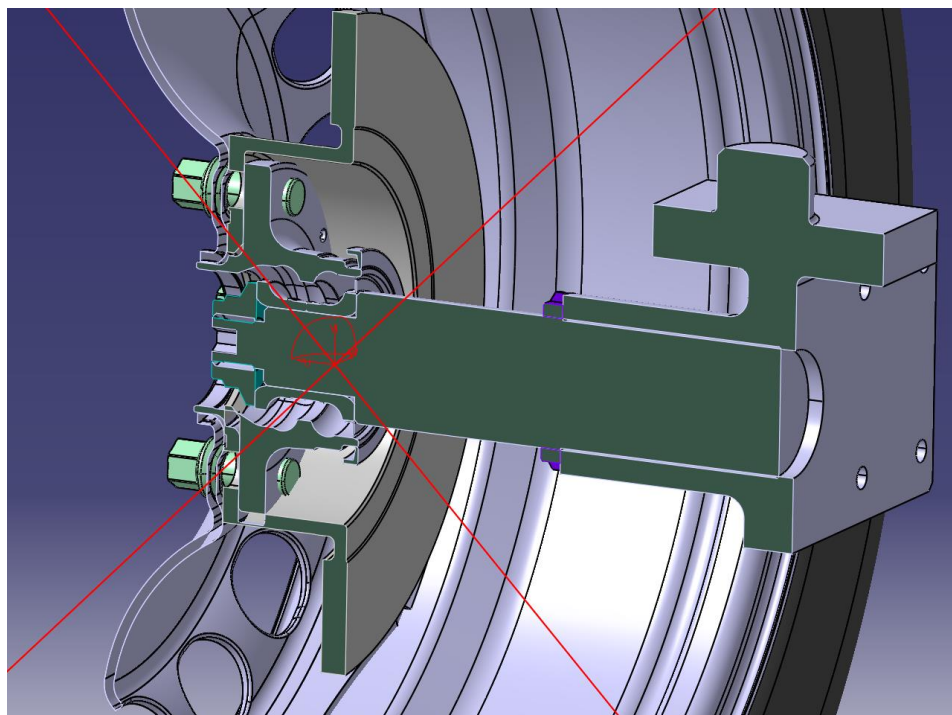
La idea de la que partimos, como ya hemos dicho, es de la **Opción B**, que se muestra en la **Figura 3.11.**, del punto **3.4.2** de la memoria.

Esta opción consiste en una placa de acero que servirá como unión del elevador con el modelo. Esta placa tendrá que ser robusta ya que será la que irá atornillada a la estructura del modelo.

Una parte importante del soporte es la regulación en X del neumático, y para conseguirlo he diseñado un cilindro que servirá como buje donde anclará el neumático, y que en la parte que se une con el soporte irá roscado. Cuando tengamos la posición correcta en X del neumático, lo fijaremos con una contratuerca como vemos en la **Figura 3.15.**, y **Figura 3.16.**



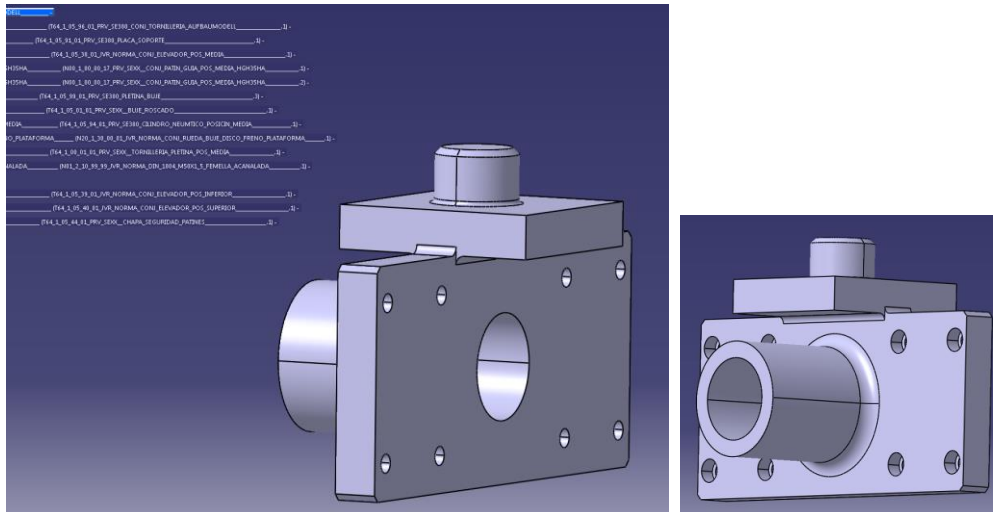
**Figura 3.15.** Placa soporte unida al buje mecanizado roscado.



**Figura 3.16.** Sección en Y la de placa soporte y el buje roscado.

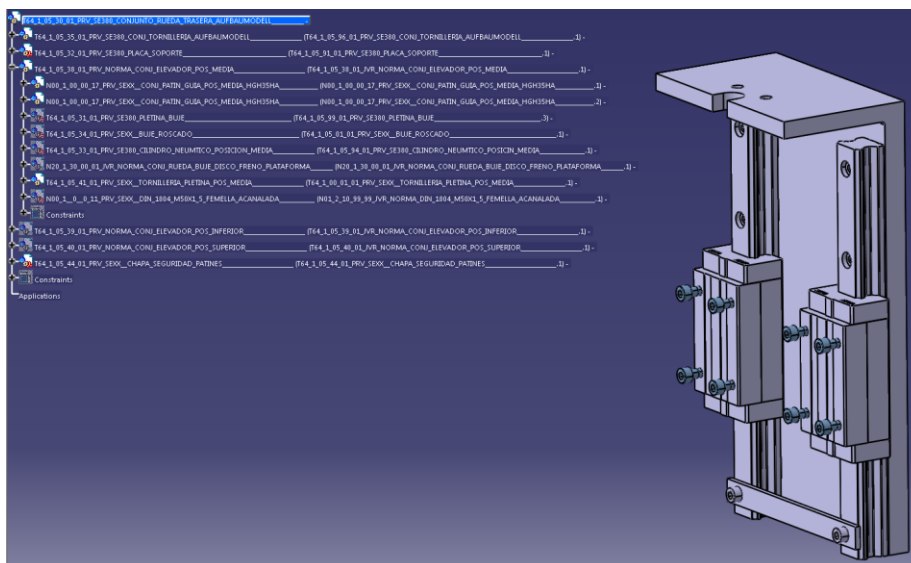


A diferencia de los primeros planteamientos en la opción B en la que el prototipo consistía en un cuadrilátero donde reposaría una placa para anclar la suspensión, la pieza a crear consistirá en dos placas de acero soldadas entre ellas y un pequeño cilindro soldado a la placa superior que servirá para centrar la suspensión. En la **Figura 3.17** se puede apreciar el soporte explicada más detalladamente.



**Figura 3.17.** Placa soporte donde ancla el buje roscado y donde reposará la suspensión neumática.

Además, a continuación en la **Figura 3.18** se muestra la primera placa de la que se habla en este punto, la placa que sirve de unión, y las guías lineales autocentradoras con sus respectivos patines.

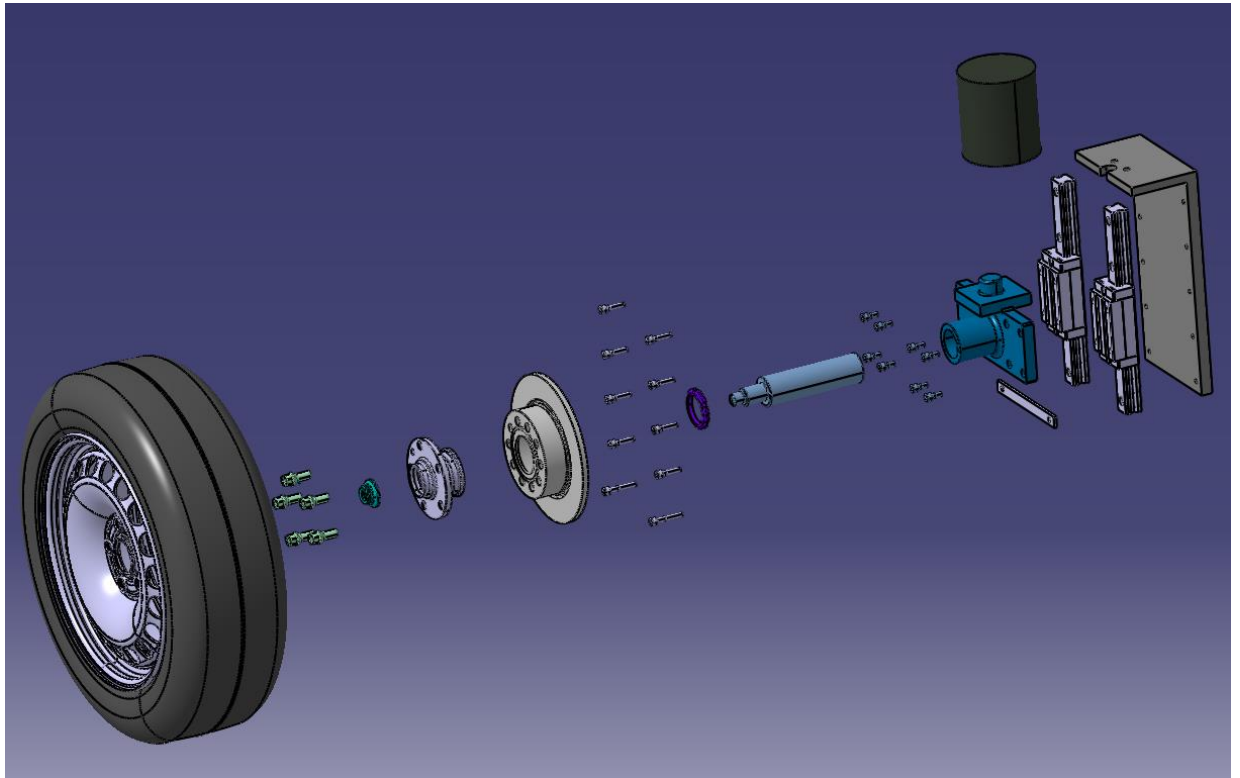


**Figura 3.18.** Placa soporte con guías y patines anclados.



Como se puede ver en la imagen, los dos tornillos que se encuentran más abajo son más largos y tienen una pequeña placa de acero. Esta placa de acero está diseñada para colocarla en esa posición porque hay veces que se mueven los modelos con elementos de elevación diferentes a la grúa que buscamos en el proveedor, son elemento semejantes a los traspales eléctricos, y al elevarlos desde abajo necesitan un tope, además de como elemento de seguridad.

En la **Figura 3.19** podemos ver el despiece total del soporte diseñado.



**Figura 3.19.** Despiece total del soporte diseñado.

Todos los planos de las piezas necesarias para este nuevo diseño se encontrarán en el **Anexo B** adjunto a este informe.

### 3.6.2. Diseño Conjunto Fijo Nuevo

Para empezar, como hemos hablado, vamos a tener que diseñar dos elevadores diferentes, el regulable con suspensión neumática del que se hablará más adelante, y un sistema fijo, que se diseñará con la base de la **Opción B**, tal y como hemos dicho, pero adaptado a un cilindro roscado con el que podremos regular manualmente la altura de los elevadores para mantenerlos fijos.

El diseño de la estructura es básicamente el mismo que el del **nuevo sistema regulable neumático**, tal y como veremos en la **Figura 3.20** pero adaptado, ya que en este sistema no necesitaremos la balona neumática porque sería un coste innecesario, y es más, a pesar de ser muy precisa, no nos daría la misma precisión a lo largo del tiempo, es decir, este nuevo sistema va a ser completamente fijo, a la que lo anclamos en una posición no se moverá con el paso del tiempo.

Este sistema va a contar con un eje roscado, que irá soldado en la parte inferior de la estructura como veremos en la **figura 3.21** y en la parte superior se le regulará la altura con el conjunto de dos roscas (**Fig. 3.22**), no será muy cómodo a la hora de levantarlo, ya que habrá que ajustarlos con dos llaves inglesas, pero será lo mejor económicamente y en cuanto a asegurar la posición fija durante el tiempo.

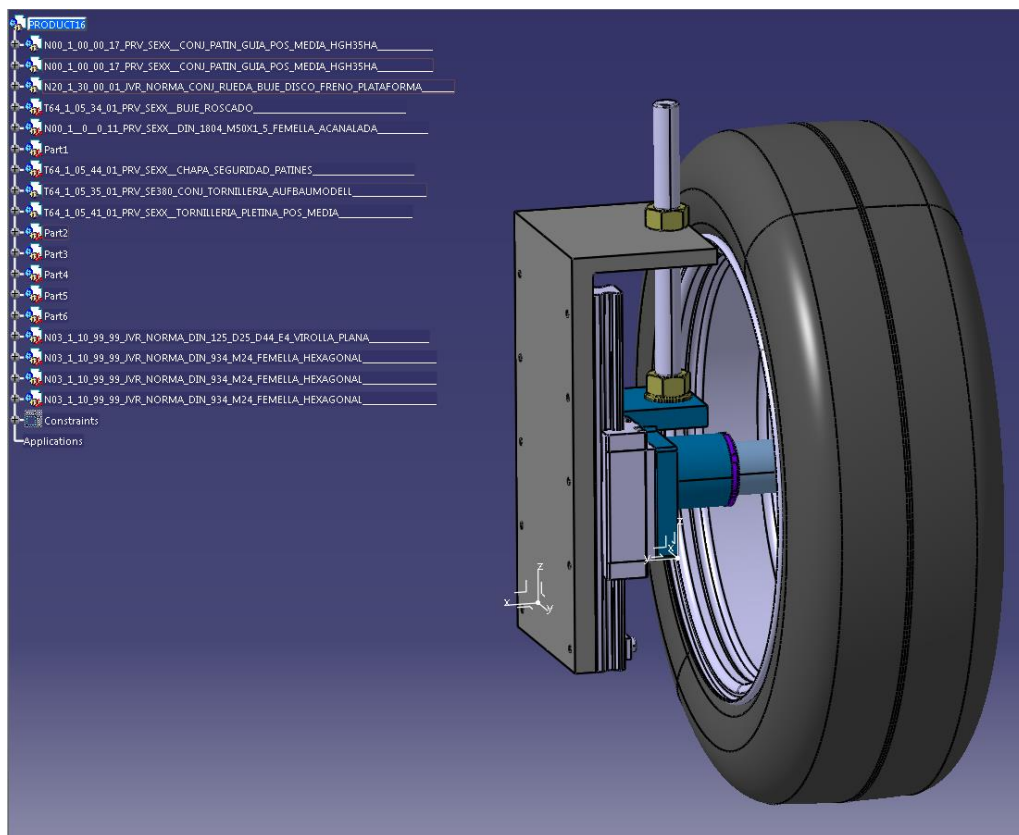
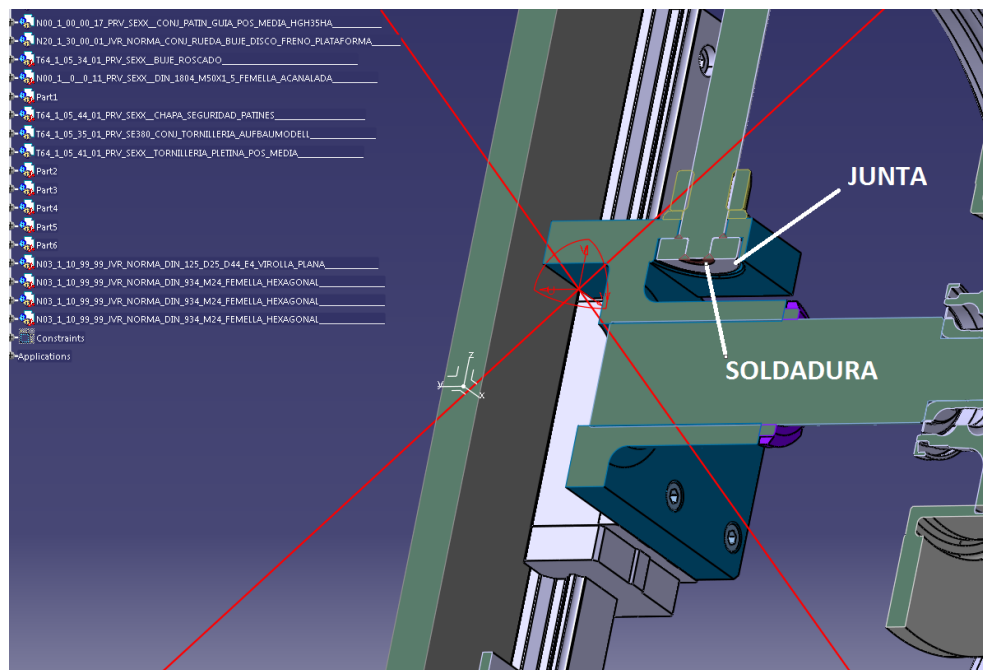
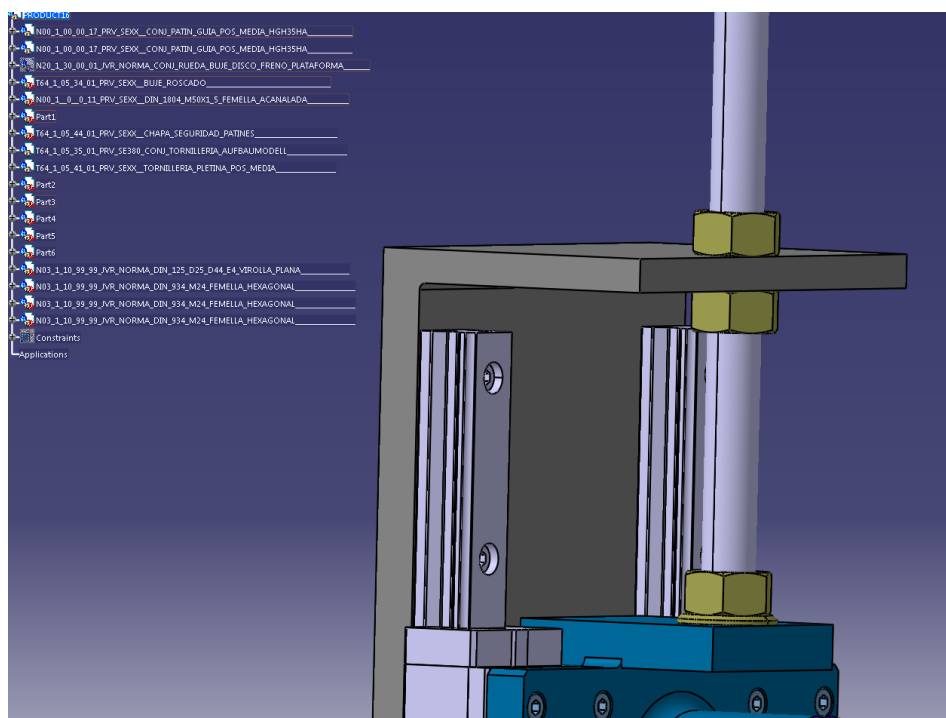


Figura 3.20. Estructura del soporte fijo nuevo.



**Figura 3.21.** Sección donde se aprecia la junta y el cordón de soldadura del eje con la base.



**Figura 3.22.** Conjunto roscas para regular la altura del soporte.

### 3.6.3. Materiales

El elevador proyectado va a constar de:

- **Kit 75576 Volkswagen** de la casa **Air Lift Performance**.
- Guías lineales normalizadas.
- Patines normalizados.
- Tornillería estándar.

En el **Anexo C** se puede ver, entre otro, el catálogo de la tornillería de la que se ha obtenido los tornillos utilizados y la contratuerca para fijar el cilindro.

- 8 Tornillos Allen M08x35 de cabeza hexagonal DIN912.
- 2 Tornillos Allen M08x50 de cabeza hexagonal DIN912.
- 8 Tornillos Allen M08x20 de cabeza hexagonal DIN912.
- Contratuerca DIN1804.
- Piezas de acero mecanizadas.

En el caso concreto del **soporte fijo** vamos a contar además con:

- Espárrago roscado M24 DIN914.
- 3 Tuercas hembra M24 DIN934.
- 1 Junta D14.

### 3.6.4. Cálculos y Medición de Elementos Finitos del Soporte

Para realizar los cálculos, vamos a tener en cuenta muchos factores de seguridad que se van a ir propagando y por lo tanto vamos a tener todo **sobredimensionado**, pero es algo con lo que contamos, ya que por motivos de seguridad, al mover modelos tan pesados y que deben de ser manipulados por modelistas, por operarios de metrología, etc., no se quiere tener ningún tipo de riesgo y se quiere prevenir cualquier tipo de accidente laboral. Dicho lo cual, no es óbice para que no se mire el precio, es decir, si por tener todo muy sobredimensionado tenemos un coste por elevador mayor al del antiguo, habría que rehacer cálculos y acotar mucho más los valores para que aunque sigamos con margen de seguridad, el precio de los componentes haga que el precio de todo el elevador nuevo sea preferentemente menor, o como mínimo igual, al del elevador que se utilizaba hasta el momento.

Por lo tanto, vamos a desglosar a continuación los factores de seguridad con que nos encontramos.

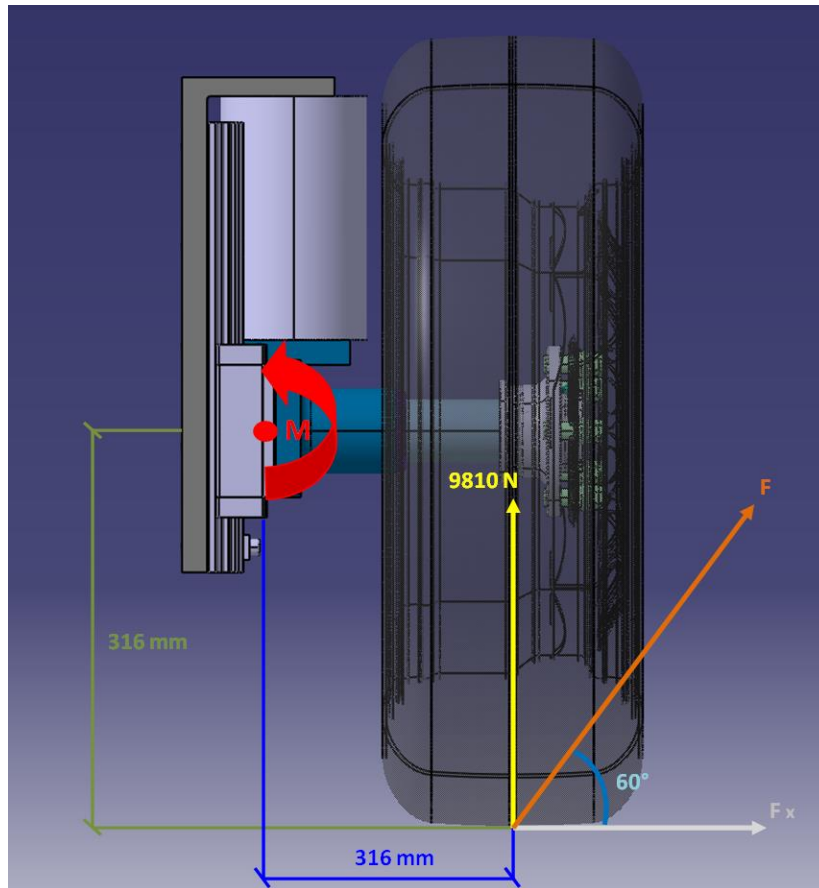
Partimos de un peso máximo de 4000 kg (sobredimensionado 1000 kg). Para realizar los cálculos, por condiciones del proyecto no buscamos el centro de gravedad y lo consideramos en el centro, por el mismo motivo de tener un factor de seguridad tan alto y porque en la mayoría de los modelos el centro de gravedad no se encuentra en el centro pero si en un radio en el plano de unos 50 cm, con lo que no nos afectará como para tener que buscarlo. Por lo tanto, este peso de 4000 kg lo repartimos en 4, dado que tenemos cuatro elevadores que van posicionados a la altura de los neumáticos. Esos 4000 kg se convierten por tanto el 1000 kg por elevador. Los cálculos de fuerza para los rodamientos, guías y demás se van a realizar con ese valor de 1000 kg pero ya estamos doblando el factor de seguridad nuevamente porque en cada elevador van a ir 2 guías lineales con sus 2 respectivos patines, con lo cual, la fuerza que soportan habría que dividirla entre 2 y tendríamos un peso de 500 kg, pero no lo dividiremos y trabajaremos con el doble de peso por soporte, es decir los 1000 kg comentados.

A todo esto, hay que valorar el factor de seguridad que nos proporciona el proveedor de los patines y guías, que al ser un elemento normalizado para estructuras importantes y de responsabilidad, también tienen un factor de seguridad elevado.

Teniendo en cuenta estos valores, y la grúa que se comprará como la de la **Figura 3.1** tenemos unos cálculos sencillos a realizar. En nuestro caso, la grúa con la que hemos trabajado en la hipótesis de su compra, tiene unos soportes en las cuatro ruedas que generan una fuerza con un ángulo de  $60^\circ$  respecto a la horizontal, tal y como se muestra en la **Figura 3.23**. La fuerza se ejerce en esa dirección ya que al subir el modelo, las cuatro ruedas van tender a abrirse. Obviamente, si se necesitaba que la posición en X de las ruedas pudiese ser regulable, nunca estarán en el mismo sitio por lo tanto el momento resultante de las fuerzas será diferente, por ello, la posición que se muestra en la **Figura 3.23** es una posición ficticia para hacer el cálculo, es una posición muy alejada a la que nos permite llegar el buje roscado pero a la que nunca se llegará, es decir, estamos sumando todavía más margen de seguridad porque al tener realmente menos distancia el momento resultante siempre será bastante menor al que resulta del cálculo que se realizará, pero es otra manera de seguir sumando factores de seguridad que nos permiten hablar de un soporte muy seguro y que no fallará en rotura.

Utilizando el esquema de la misma figura se realizarán los cálculos necesarios para saber el momento (como hemos indicado será mayor al real siempre) y así poder determinar las guías y los patines que se utilizarán.

Los cálculos que se realizarán y que han sido mencionados anteriormente se encontrarán en el **Anexo A**.



**Figura 3.23.** Representación de las fuerzas que actúan sobre el soporte.

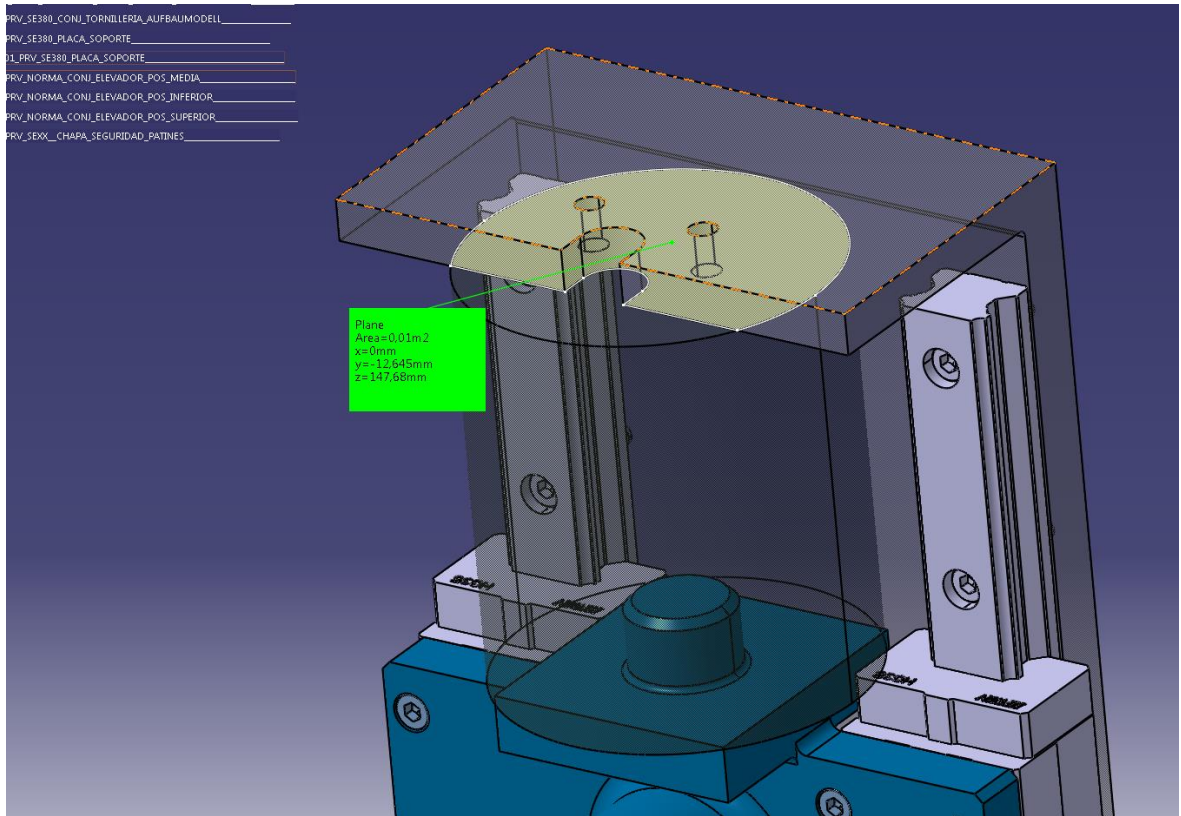
Un cálculo importante a la hora de seguir adelante con el proyecto era el saber a ciencia cierta si el sistema completo de la suspensión neumática iba a otorgar la suficiente presión a las balonas como para poder elevar el vehículo.

Por una parte, cabía suponer que no iba a haber problema, ya que están diseñadas para elevar los coches, pero a pesar de esa suposición, había que asegurarse ya que íbamos a utilizar cuatro balonas traseras en lugar de dos traseras y dos delanteras.

Por un lado, tenemos como información técnica que nos importa para este cálculo la siguiente:

- **Máxima presión** que soporta cada balona 200PSI = **1,4 MPa** (**Máxima Recomendada** 180 PSI = **1,24 MPa**).
- El **diámetro** de la balona con la placa soporte es **130 mm**.

- El **área de contacto** entre la balona y la placa soporte de elevación es de  **$0.01 \text{ m}^2$**  tal y como se puede ver en la **Figura 3.24**.



**Figura 3.24.** Área de contacto entra la balona y la placa soporte de elevación.

Después de los cálculo que se muestran en el **Anexo A** de la memoria, se puede concluir con que no habrá ningún problema a la hora de elevar los modelos por parte de la suspensión, ya que la presión que deberá soportar cada balona será de **312261.998 Pa**, mientras que las balonas, la presión máxima que soportan es de **1,4 MPa** y la presión máxima recomendad es de **1,24 Mpa**.

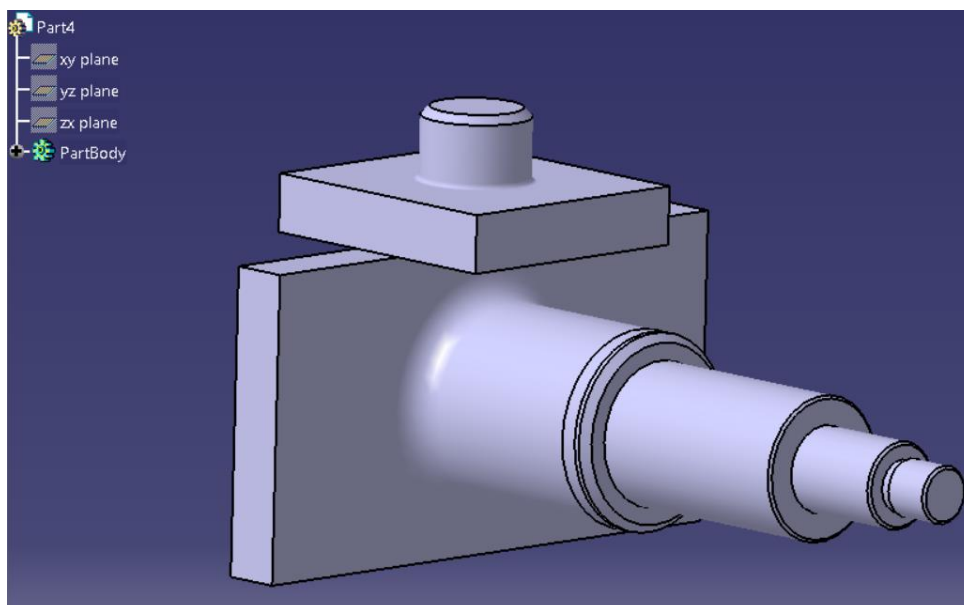
$$981000 \text{ Pa} = \mathbf{0.981 \text{ MPa}} < \mathbf{1.24 \text{ MPa}}$$

Teniendo en cuenta que el material que vamos a utilizar es acero, se ha realizado un estudio de elementos finitos del soporte que se muestra a continuación en la **Figura 3.33** y **Figura 3.34**.

Pero antes de ver los resultados, se expone el proceso para dicho cálculo.

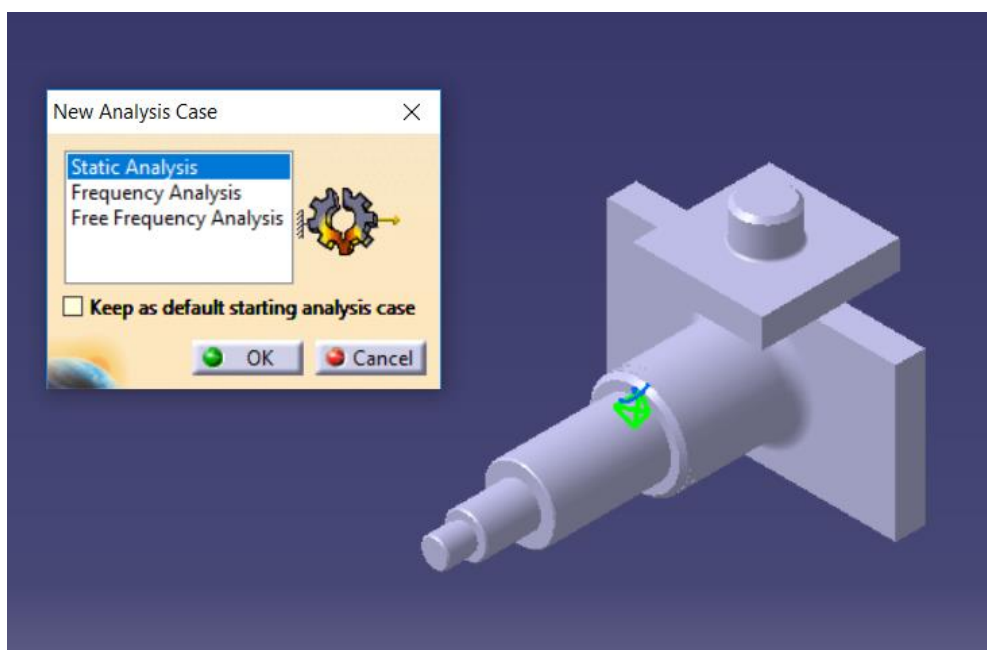


En la **Figura 3.25** se contempla la parte del soporte que va a ser estudiada, ya que una vez apretados todos los elementos, funcionara como un paquete unido. Sabemos también que la parte crítica va a estar en el cambio de diámetro del cilindro roscado, pero ya lo veremos en los resultados.



**Figura 3.25.** Parte del soporte a estudiar.

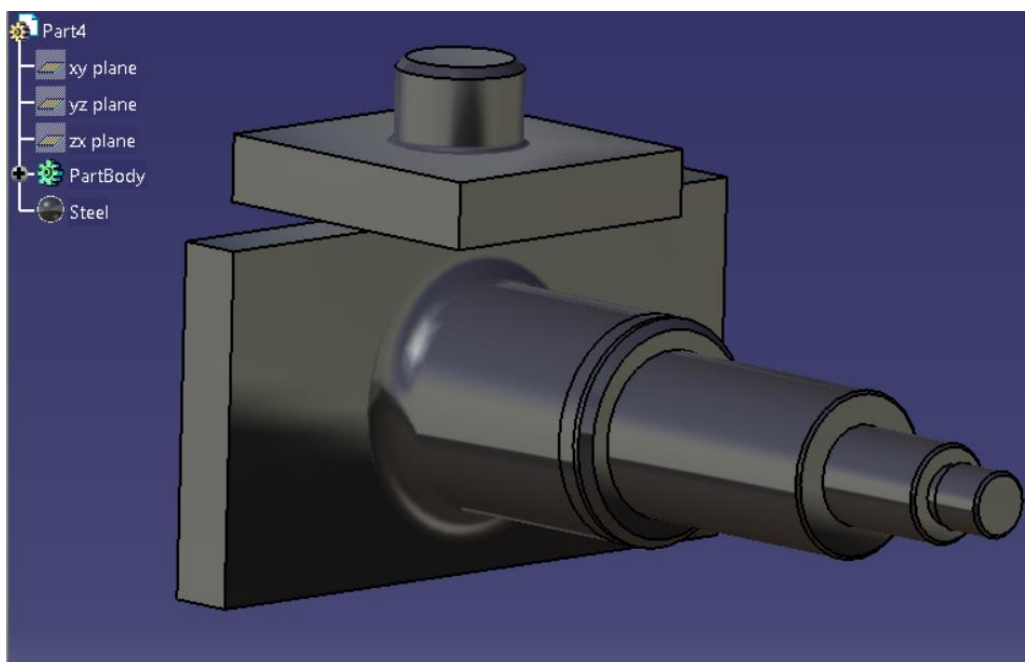
En la **Figura 3.26** se observa como en el software utilizado, en este caso el **Catia V5**, se entra en el análisis estático.



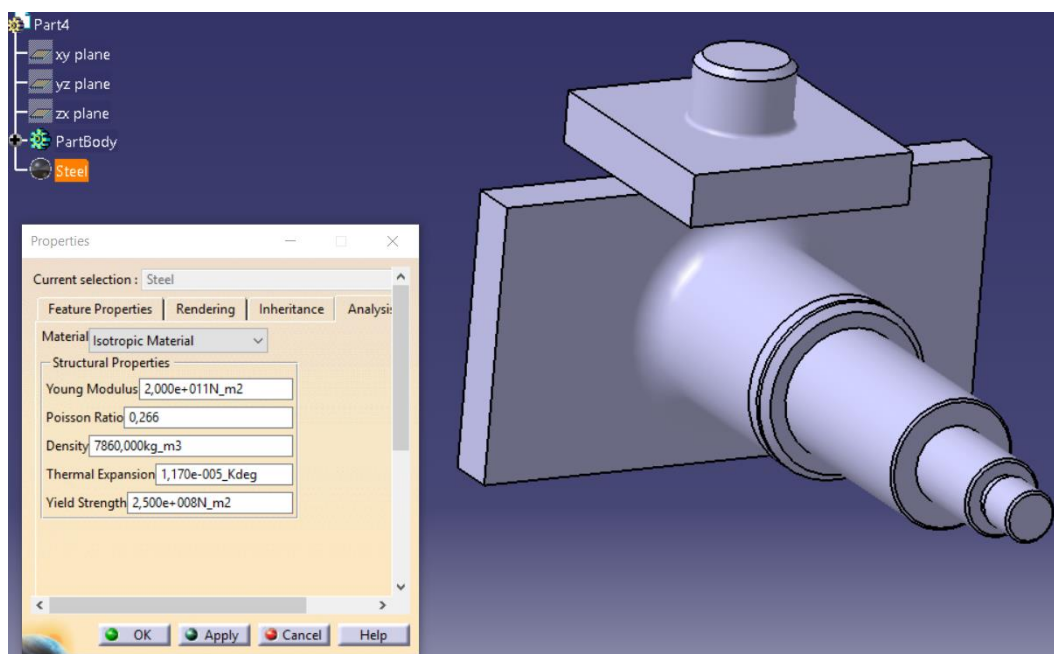
**Figura 3.26.** Análisis estático en **Catia V5**.



A continuació, en la **figura 3.27** y **3.28**, se observa un punto importante que es la asignación del material y de las propiedades específicas del mismo.



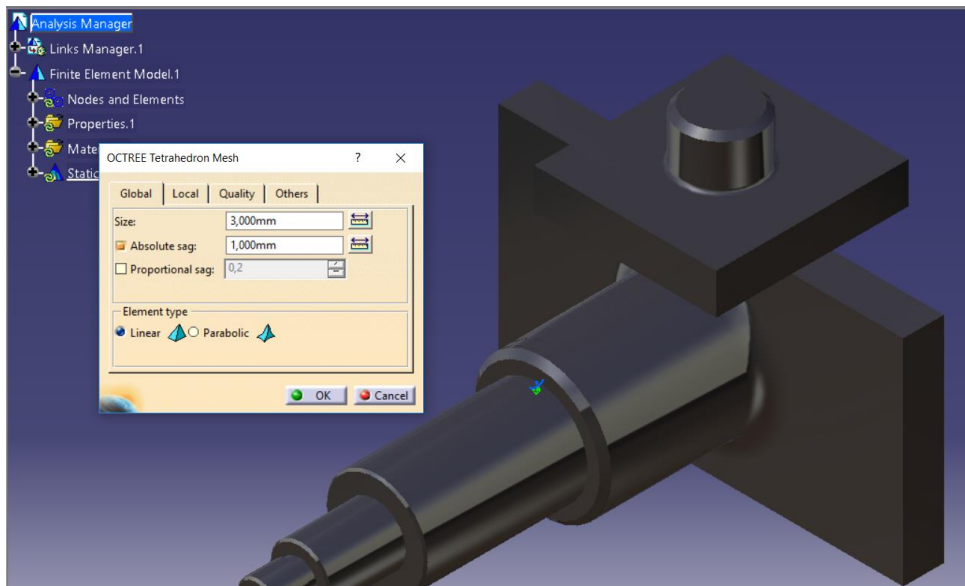
**Figura 3.27.** Asignación del material, en este caso acero, al elemento de estudio.



**Figura 3.28.** Asignación de los valores de las propiedades del material.

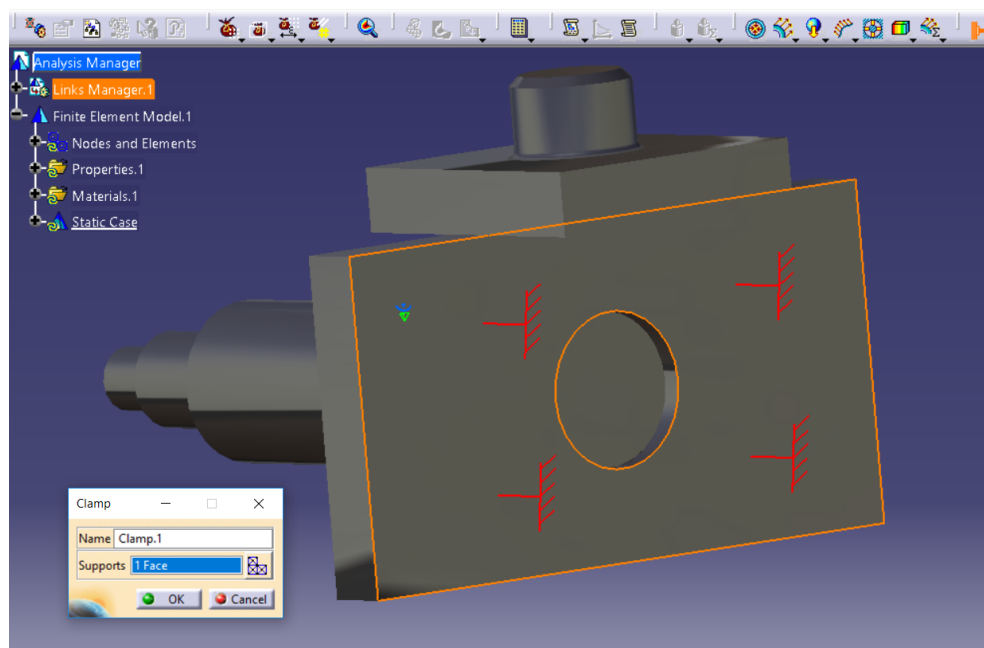
Como vemos anteriormente, se le asigna el valor del Módulo de Young, el de Poisson y la densidad que son los valores que nos afectan en el estudio.

En la **Figura 3.29** se puede ver como se asigna el tamaño de los triángulos que definirán la precisión de la malla con la que se realizan los cálculos.

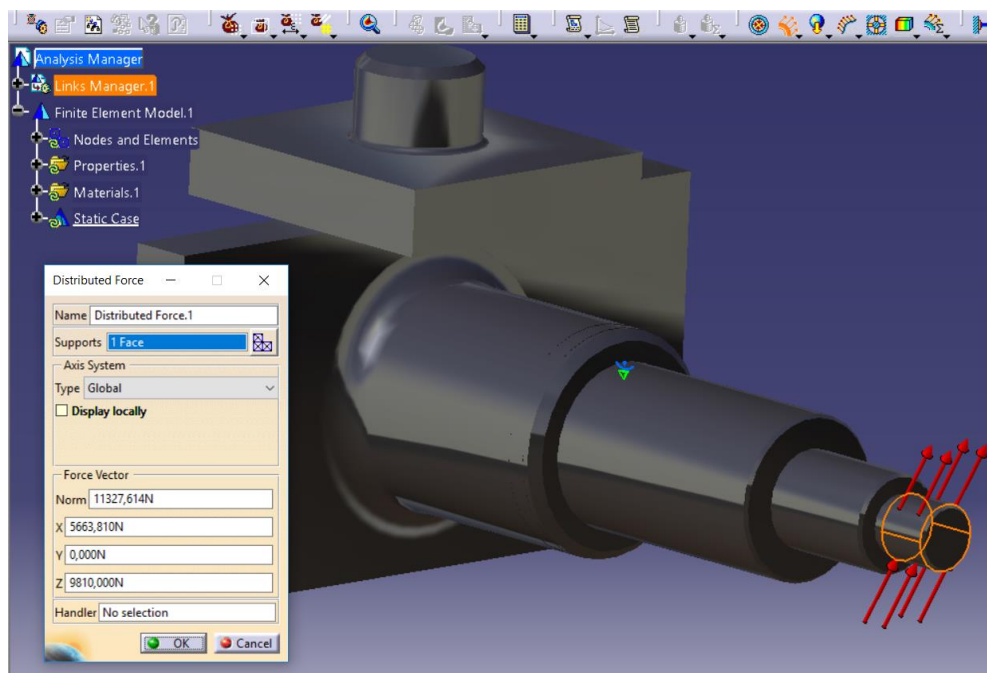


**Figura 3.29.** Asignación del tamaño de la malla para el cálculo.

Para seguir, se aplican las fuerzas externas. En la **Figura 3.30** se puede ver como se aplica el anclaje en la cara que va atornillada a los patines y en la **Figura 3.31** se pueden ver las fuerzas que actúan en sobre el soporte.

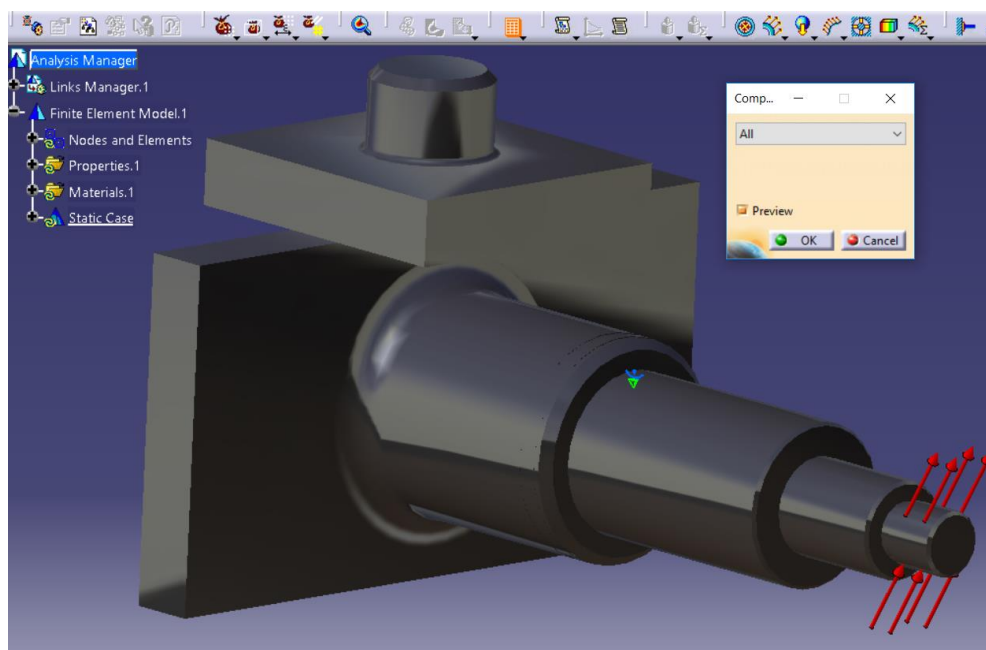


**Figura 3.30.** Representación del anclaje en la cara fija del soporte.

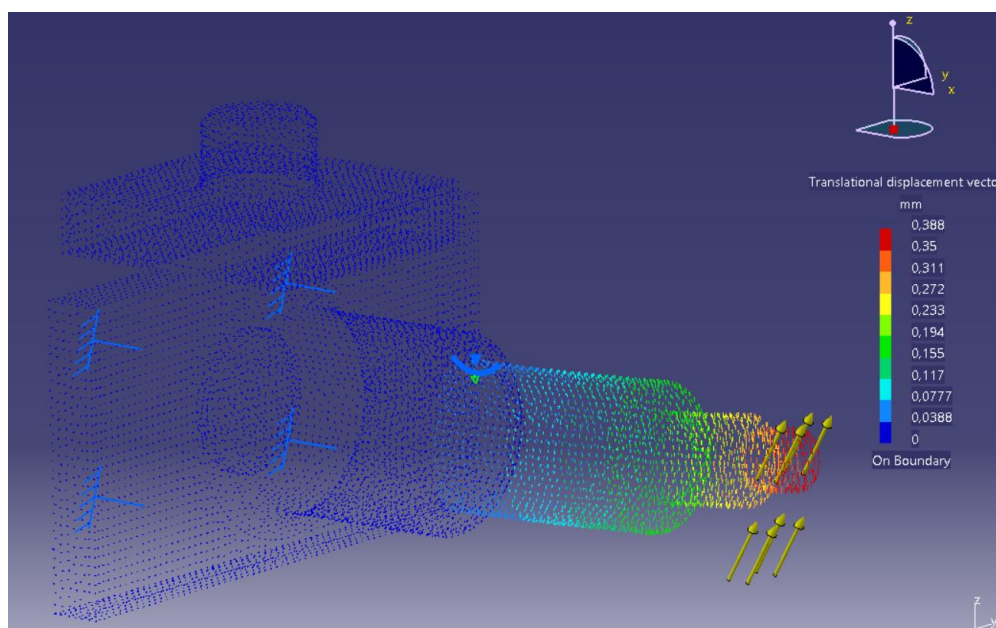


**Figura 3.31.** Representación de las fuerzas que actúan en el soporte.

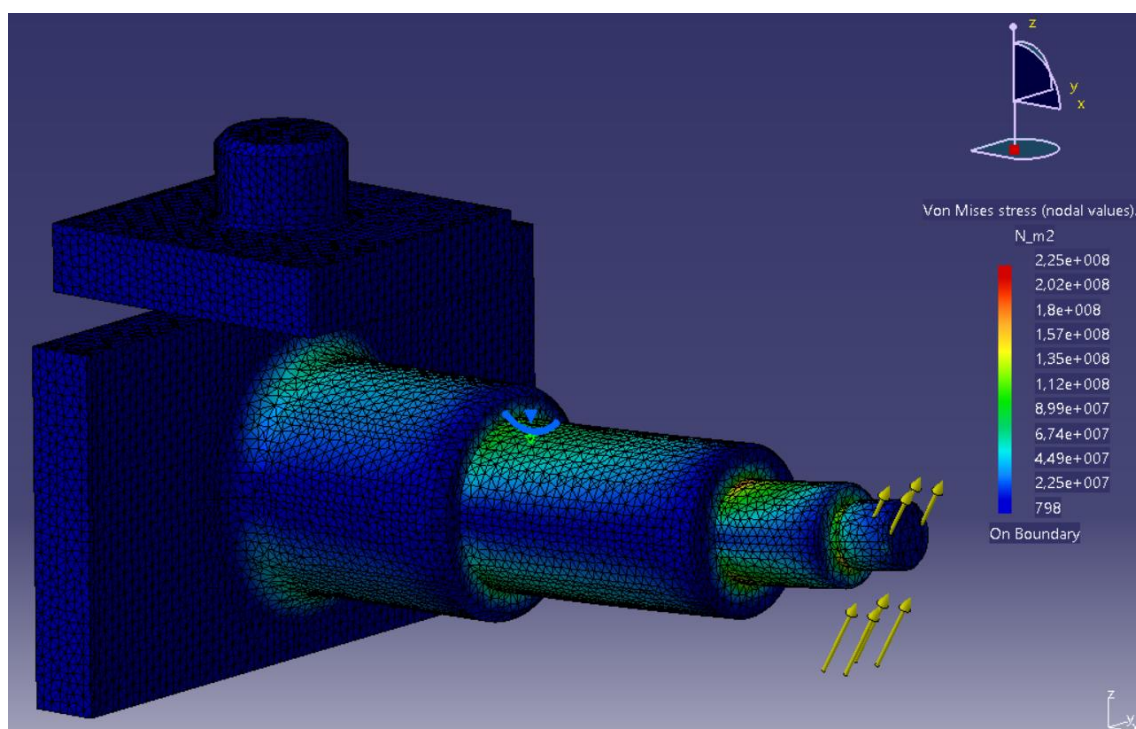
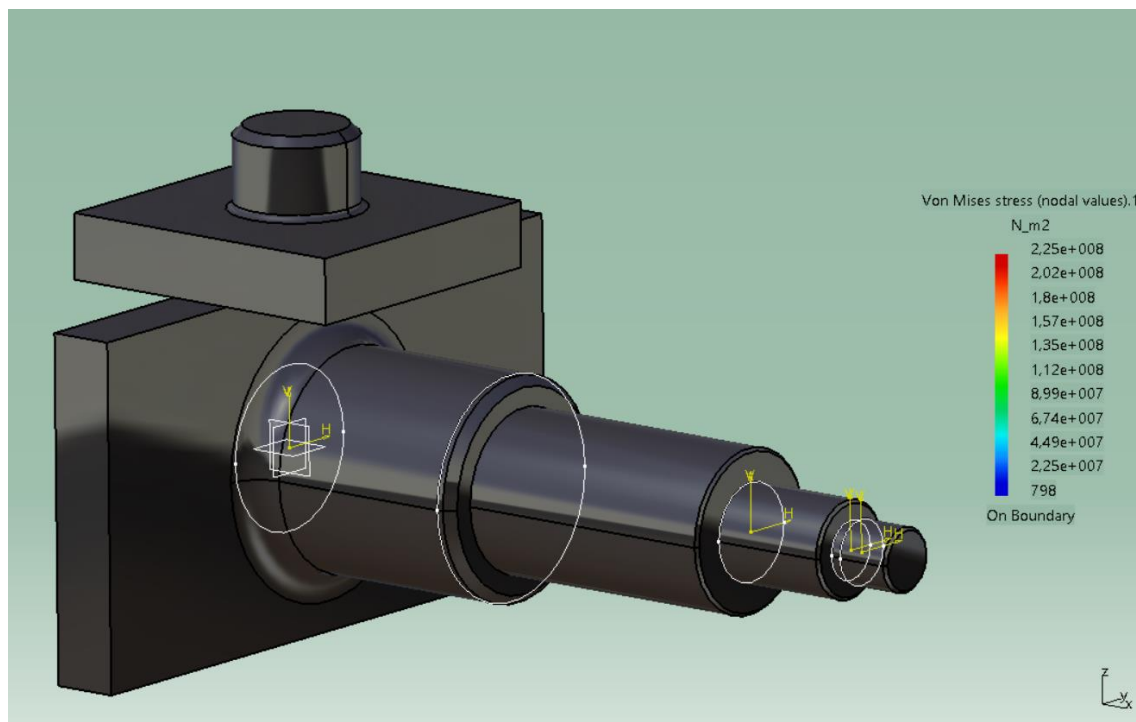
Para acabar, se **calcula** con el aplicativo que se ve en la **Figura 3.32** y se obtienen todos los resultados, que se pueden ver como se ha dicho anteriormente en la **Figura 3.33** y en la **Figura 3.34**.

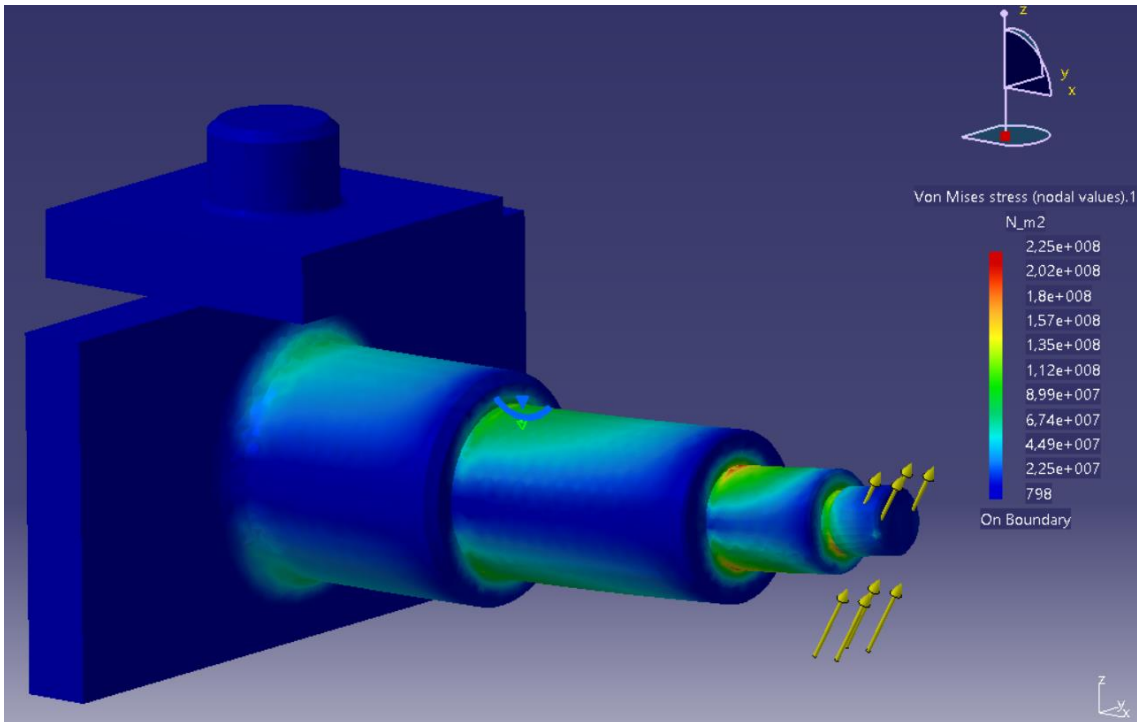


**Figura 3.32.** Aplicativo para calcular los resultados.



**Figura 3.33.** Representación de desplazamientos según el cálculo de elementos finitos.





**Figura 3.34.** Representación de tensiones de Von Mises según el cálculo de elementos finitos.

En las **Figuras** anteriores hemos podido observar el resultado de los diferentes estudios realizados sobre el soporte, teniendo en cuenta la parte considerada más crítica, que sería la de la unión del buje con el conjunto de la rueda.

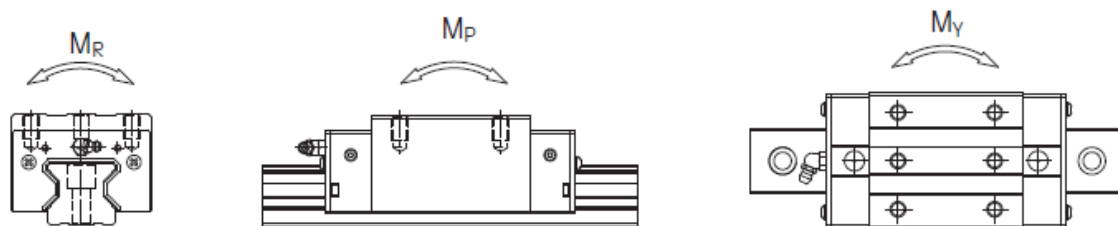
Otorgándoles los valores mecánicos del acero empleado, podemos observar en la **Figura 3.25** que la máxima desviación que sufre el soporte cuando el modelo se esté moviendo con la grúa será de 0.388 mm en el punto de más desplazamiento, y en la **Figura3.26** vemos que la tensión máxima de Von Misses será de 0.225 GPa en el punto más crítico, el punto de unión donde encontramos menos diámetro.

Se sabía de antemano que el punto crítico iba a ser ese, es donde actuaría un factor de entalla por el cambio de diámetro del cilindro, es más, en caso de tratarse de un cilindro que trabajase por ciclos, el estudio de fatiga sin lugar a duda iba a ir encarado a saber la vida del cilindro y cuanto tardaría en romper por ese punto, pero no tenemos un sistema que funcione por ciclo constantes, es más, puede ser que se eleve el modelo y no vuelva a cambiar de posición en mucho tiempo, de ahí el hecho de que no se le realice estudio de fatiga.



### 3.6.5. Guías y Patines

Con los cálculos mostrados en el **Anexo A** obtenemos el valor del momento  $M_P$  mínimo (**Figura 3.26**) que tienen que soportar las guías y patines.



**Figura 3.26.** Representación de momentos en los patines.

Con los cálculos, sabemos que  $M_P$  mínimo a soportar es de 4768.40 Nm.

Como se ha comentado durante toda la memoria, no estamos hablando de un sistema que le suponga un gran coste a la empresa, refiriéndome a la situación actual, comparado con muchísimos otros gastos que tiene, y tratándose de un sistema que elevara modelos de costes muy elevados, que manipulables directamente por operarios y que no se quiere correr ningún riesgo con ellos, el coste del nuevo sistema no va a suponer un problema siempre y cuando no supere el del sistema actual.

Dicho lo cual, por petición expresa de mi jefe, he buscado los patines que superen por bastante este  $M_P$  y me he puesto en contacto con las empresas para pedir presupuesto.

El presupuesto de manera oficial se podrá encontrar en el **Anexo D**, además de los catálogos correspondientes que también se podrán ver en el **Anexo C**. El presupuesto oficial de los patines que utilizaremos no se muestra en el anexo ya que se es la misma empresa que nos hizo el presupuesto de los primeros y mediante un correo nos informó del precio de los patines **HGH55HA** de **TecnoPower**.

A modo de resumen y explicación, a continuación en la **Figura 3.27** se muestra las características de los primeros patines por los que se pidieron presupuesto, el modelo **RGH65CA** de **TecnoPower**.

Código	Dimensiones de montaje (mm)			Medidas de patín (mm)													Medidas de rail (mm)										Tornillo de montaje	Carga dinámica C (kN)	Carga estática C <sub>0</sub> (kN)	Máximo momento estático			Peso	
																														M <sub>R</sub> (kNm)	M <sub>P</sub> (kNm)	M <sub>V</sub> (kNm)	Patín (kg)	Rail (kg/m)
	H	H <sub>1</sub>	N	W	B	B <sub>1</sub>	C	L <sub>1</sub>	L	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	G	MxI	T	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	W <sub>R</sub>	H <sub>R</sub>	D	h	d	P	E											
RGH15CA	28	4	9,5	34	26	4	26	45	68	13,4	4,7	5,3	M4x8	6	7,6	10,1	15	16,5	7,5	5,7	4,5	30	20	M4x16	11,3	24	0,311	0,173	0,173	0,20	1,70			
RGH20CA	34	5	12	44	32	6	36	57,5	86	15,8	6	5,3	M5x8	8	8,3	8,3	20	21	9,5	8,5	6	30	20	M5x20	21,3	46,7	0,647	0,46	0,46	0,40	2,66			
RGH20HA							50	77,5	106	18,8														50	77,5	106	18,8	50	81	114,4		21,5	27,7	57,1
RGH25CA	40	5,5	12,5	48	35	6,5	35	64,5	97,9	20,75	7,25	12	M6x8	9,5	10,2	10	23	23,6	11	9	7	30	20	M6x20	27,7	57,1	0,758	0,605	0,605	0,61	3,08			
RGH25HA							50	81	114,4	21,5														33,9	73,4	0,975	0,991	0,991	0,75	3,08				
RGH30CA	45	6	16	60	40	10	40	71	109,8	23,5	8	12	M8x10	9,5	9,5	10,3	28	28	14	12	9	40	20	M8x25	48,1	82,1	1,445	1,06	1,06	0,90	4,41			
RGH30HA							60	93	131,8	24,5														49,1	105	1,846	1,712	1,712	1,16	4,41				
RGH35CA	55	6,5	18	70	50	10	50	79	124	22,5	10	12	M8x12	12	16	19,6	34	30,2	14	12	9	40	20	M8x25	57,9	105,2	2,17	1,44	1,44	1,57	6,06			
RGH35HA							72	106,5	151,5	25,25														73,1	142	2,93	2,6	2,6	2,06	6,06				
RGH45CA	70	8	20,5	86	60	13	60	106	153,2	31	10	12,9	M10x17	16	20	24	45	38	20	17	14	52,5	22,5	M12x35	92,6	178,8	4,52	3,05	3,05	3,18	9,97			
RGH45HA							80	139,8	187	37,9														116	230,9	6,33	5,47	5,47	4,13	9,97				
RGH55CA	80	10	23,5	100	75	12,5	75	125,5	183,7	37,75	12,5	12,9	M12x18	17,5	22	27,5	53	44	23	20	16	60	30	M14x45	130,5	252	8,01	5,4	5,4	4,89	13,98			
RGH55HA							95	173,8	232	51,9														163	348	11,15	10,25	10,25	6,68	13,98				
RGH65CA	90	12	31,5	126	76	25	70	160	232	60,8	15,8	12,9	M16x20	25	15	15	63	53	26	22	18	75	35	M16x50	213	411,6	16,20	11,59	11,59	8,89	20,22			
RGH65HA							120	223	295	67,3														275,3	572,7	22,55	22,17	22,17	12,13	20,22				

Figura 3.27. Características patines de TecnoPower.

Una vez me hice con el presupuesto, el cual era un poco elevado, busqué el caso en el que el patín soportara el momento de la manera más ajustada en cuanto a su valor, y también solicité presupuesto que será mostrado igualmente con su catálogo en los anexos antes mencionados. A continuación, en la **Figura 3.28** se muestran las características del patín seleccionado que es el **HLG55RL** de HepcoMotion.

Nº de Ref.	Dimensiones guía HLG						Ratio de Carga básica		Capacidad de Momento Estático			Peso	
	Anchura W1 ±0,05	W2	Altura H1	Valor G	Distancia P	d1 x d2 x h	Dinámico C kN	Estático C <sub>0</sub> kN	M	M <sub>V</sub>	M <sub>S</sub>	HLG Bloque Kg	HLG Guía kg/m
HLG15R	15	9.5	13	10	60	4.5 x 7.5 x 5.3	9.9	16.2	115	115	129	0.18	1.3
HLG15RL							11.2	19.3	165	165	154	0.23	
HLG20R	20	12	16.5	10	60	6 x 9.5 x 8.5	14.9	23.9	221	221	251	0.31	2.2
HLG20RL							17.8	30.6	369	369	322	0.41	
HLG25R	23	12.5	20	10	60	7 x 11 x 9	22.1	33.1	337	337	398	0.53	3.0
HLG25RL							28.1	43.6	596	596	525	0.71	
HLG30R	28	16	26	12	80	9 x 14 x 12	33.0	57.1	711	711	828	0.9	4.85
HLG30RL							40.9	73.6	1203	1203	1067	1.1	
HLG35R	34	18	29	12	80	9 x 14 x 12	43.8	74.6	1062	1062	1298	1.5	6.58
HLG35RL							54.4	96.2	1797	1797	1674	2.01	
HLG45R	45	20.5	38	16	105	14 x 20 x 17	70.6	92.8	2257	2257	1796	2.89	11.03
HLG45RL							87.6	126.5	3781	3781	2448	3.74	
HLG55R	53	23.5	44	20	120	16 x 23 x 20	104.0	133.6	3810	3810	3094	4.28	15.26
HLG55RL							129.1	182.1	6410	6410	4220	5.59	

Figura 3.28. Características patines de Hepcomotion.



Por último, se pidió presupuesto de unos patines que soportarían el momento necesario con un valor medio entre los dos patines anteriores señalados, y son los patines **HGH55HA** de **TecnoPower** con unas características mostradas en la **Figura 3.29** y son los patines que se utilizarán en el proyecto. Con un precio de 2618.17 € por cada juego de 8 patines y guías.

Código	Dimensiones de montaje (mm)			Medidas de patín (mm)														Medidas de rail (mm)										Tornillo de montaje	Carga dinámica C (N)	Caja estática CO (N)	Máximo momento estático			Peso	
																															M <sub>e</sub> (Nm)	M <sub>p</sub> (Nm)	M <sub>y</sub> (Nm)	Patín (kg)	Rail
	H	H <sub>1</sub>	N	W	B	B <sub>1</sub>	C	L <sub>1</sub>	L	G	Mdx	T	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	W <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	D	h	d	P	E														
HGH15CA	28	4.3	9.5	34	26	4	26	39.4	61.4	5.3	M4x5	6	8.5	9.5	15	15	7.5	5.3	4.5	60	20	M4x16	11380	25310	170	150	150	0.18	1.45						
HGH20CA	30	4.6	12	44	32	6	36	50.5	77.5	12	M5x6	8	6	7	20	17.5	9.5	8.5	6	60	20	M5x16	17750	37840	380	270	270	0.38	2.21						
HGH20HA							50	65.2	90.3														21180	48840	480	470	470	0.39							
HGH25CA	40	5.5	12.5	48	35	6.5	35	58	83	12	M6x8	8	10	13	23	22	11	9	7	60	20	M6x20	26480	56190	640	510	510	0.67	3.21						
HGH25HA							50	78.6	103.6														32750	76000	870	880	880	0.69							
HGH30CA	45	6	16	60	40	10	40	70	97.4	12	M8x10	8.5	9.5	13.8	28	26	14	12	9	80	20	M8x25	38740	83060	1060	850	850	1.14	4.47						
HGH30HA							60	93	120.4														47270	110130	1400	1470	1470	1.16							
HGH35CA	55	7.5	18	70	50	10	50	80	112.4	12	M8x12	10.2	16	19.6	34	29	14	12	9	80	20	M8x25	49520	102870	1730	1200	1200	1.88	6.3						
HGH35HA							72	105.8	138.2														60210	136310	2290	2080	2080	1.92							
HGH45CA	70	9.5	20.5	86	60	13	60	97	138	12.9	M10x17	16	18.5	30.5	45	38	20	17	14	105	22.5	M12x35	77570	155930	3010	2350	2350	3.54	10.41						
HGH45HA							80	128.8	169.8														94540	207120	4000	4070	4070	3.61							
HGH55CA	80	13	23.5	100	75	12.5	75	117.7	165.7	12.9	M12x18	17.5	22	29	53	44	23	20	16	120	30	M14x45	114440	227810	5660	4060	4060	5.38	15.08						
HGH55HA							95	155.8	203.8														139350	301260	7490	7010	7010	5.49							
HGH65CA	90	15	31.5	126	76	25	70	144.2	198.2	12.9	M16x20	25	15	15	63	53	26	22	18	150	35	M16x50	163630	324710	10020	6440	6440	7.00	21.18						
HGH65HA							120	203.6	257.6														208360	457150	14150	11120	11120	9.82							

**Figura 3.29.** Características patines de TecnoPower.

### 3.7. Comparativa Técnica

Una vez definida la opción seleccionada y definido el diseño hay que comprar con el sistema anterior y asegurarnos de si los objetivos han sido cumplidos.

Para empezar, como primer requisito indispensable era el no utilizar un sistema hidráulico, y lo hemos **sustituido por uno neumático** en el nuevo, que aporta muchas ventajas además de ser mejor económicamente hablando.

Con este nuevo sistema, podemos regular la posición de los **cuatro elevadores de forma independiente** y teniendo un control seguro de sus posición, ya que disponemos del regulador a distancia que nos marca la presión y la posición en la que se encuentra cada balona neumática.

El nuevo soporte elevador creado es **simple**, con formas de las piezas sencillas de mecanizar, a torno o bien cortando placas de acero y soldándolas. Además de utilizar **elementos normalizados** como por ejemplo las guías y los patines, que hacen que sean mucho más económicas, sencillas y seguras que unas que se hayan diseñado a partir de piezas de fundición, como en el caso del soporte actual, que a veces provocaban atascos en alguno de los elevadores, provocando así en cadena a los otros.

El nuevo sistema es sencillo de montar, no genera problemas y a la hora de cambiarlo por otro a causa de algún problema que haya tenido uno de ellos no causaría un gran problema, a diferencia de los actuales ya que las piezas de fundición son muy pesadas y costosas de mover.

Hablamos de un nuevo sistema muy **seguro** y además generando un **coste de fabricación menor** que el sistema actual tal y como veremos en el siguiente apartado de esta memoria, el **3.8. Valoración Económica** donde encontraremos una valoración del nuevo proyecto y una comparativa entre el actual y el nuevo diseñado.

En definitiva, hablamos de un nuevo sistema que va a dar muchas ventajas respecto al sistema que se utiliza actualmente y además se cumple con los requisitos previos marcados en la primera reunión que llevamos a cabo con el cliente cuando se asignó el proyecto.

## 3.8. Valoración Económica

### 3.8.1. Valoración Proyecto

No se trata de un proyecto de gran envergadura económica, no son muchas piezas pero he tratado con proveedores externos.

El primer punto, fue hacer un estudio económico del sistema utilizado anteriormente para saber el margen económico en el que se tenía que mover el proyecto. La valoración económica del sistema anterior se encuentra en el siguiente punto del informe **3.7.2. Comparativa económica**.

Para continuar, estuve en contacto con varios proveedores para los kits de suspensión neumática, pero el motivo que nos llevó a decantarnos por el que finalmente decidí utilizar fue meramente técnico, es decir, que cumpliera los requisitos necesarios por mi parte. En el desglose que muestra el final de esta punto está contemplado el precio final, con el sobrecoste de los 100€ por solicitar cuatro suspensiones traseras en lugar de dos traseras y dos delanteras.

Para las piezas a mecanizar, cortar, atornillar etc., se realizó una valoración interna. No se tuvo que hablar con proveedores, dado que nuestro departamento consta de un taller propio, la valoración del coste de fabricación de esas piezas se encarga el analista, y en esa valoración incluye el coste del material, el mecanizado, la soldadura y el montaje, además del precio de los elementos normalizados utilizados.

Por último, las guías y patines son los elementos por los que con más proveedores estuve en contacto. Concretamente con tres, **Hepcomotio**, **TecnoPower** y **Rexroth Star**. Estuve en contacto por motivos técnicos que me ayudaran a decantarme por unos patines que me dieran el servicio necesario y recibí varios presupuestos. En el **Anexo D** se encuentra el presupuesto de **TecnoPower**, que es el proveedor asignado y consensuado entre el departamento de compras, para motivos económicos y por mí como proyectista por los motivos técnicos.

Antes de desglosar el precio, recordar que vamos a tener dos sistemas diferentes a utilizar, a recordar el sistema conocido como **Sistema Fijo** y el **Sistema Regulable**. La valoración que se muestra continuación en la **Tabla 3.2** representa la valoración del sistema fijo y la de la **Tabla 3.3** la del sistema regulable.

### Sistema Fijo

Elemento	Coste
HGH55HA de TecnoPower (8 unidades)	2618.17 €
Piezas mecanizadas y soldadas (4 placa soporte, 4 buje de acero mecanizado, espárrago roscado) + Elementos normalizados.	900 €
<b>TOTAL</b>	<b>3518.17€</b>

**Tabla 3.2.** Valoración económica sistema fijo nuevo.

## Sistema Regulable

Elemento	Coste
HGH55HA de TecnoPower (8 unidades)	2618.17 €
Kit 75576 Volkswagen de Air Lift Performance (suspensión neumática con 4 suspensiones traseras +150€)	4695 €
Piezas mecanizadas y soldadas (4 placa soporte, 4 buje de acero mecanizado) + Elementos normalizados.	900 €
<b>TOTAL</b>	<b>8213.17€</b>

**Tabla 3.3.** Valoración económica sistema regulable nuevo.

### 3.8.2. Comparativa Económica

Para hacer una comparativa del control económico del sistema actual y el nuevo sistema diseñado, hay que tener en cuenta lo que se ha comentado en otros puntos de este informe, pero que cabe recordar, respecto a los diferentes sistemas que se utilizan actualmente. Ahora mismo se cuenta con tres sistemas diferentes.

- Sistema Fijo
- Sistema Hidráulico Manual
- Sistema Hidráulico Electrónico

En cuanto al sistema actual, tengo el coste que me ha proporcionado el analista de mi departamento. Y los costes actuales son los siguientes.

- Piezas de fundición – 1262.44€
- Mecanizado Piezas – 4500€
- Sistema Hidráulico de **Enerpac** – 4346.36€
- Sistema Hidráulico de **Norgren** – 8372€

A continuación, en la **Tabla 3.4** se desglosa la comparativa de costes del **sistema fijo** respecto al sistema que los va a sustituir, es decir, el sistema fijo nuevo. En la **Tabla 3.5** y **Tabla 3.6** se desglosa la

comparativa de costes del **sistema de regulación hidráulica manual** respecto al sistema nuevo que se va a utilizar en su lugar y la del **sistema de regulación hidráulica electrónica** respecto al sistema que lo va a sustituir que es el mismo en los dos casos, el nuevo sistema regulable.

Costes calculados para sistema de un modelo entero (4 soportes)			
Sistema Fijo Actual		Sistema Fijo Nuevo	
Elemento	Coste	Elemento	Coste
Piezas Fundición	1262.44 €	Guías + Patines TecnoPower	2618.17 €
Mecanizado de Piezas	4500 €	Placa + Buje + Espárrago + Piezas Normalizadas + Soldadura + Montaje	900 €
<b>Total</b>	<b>5762.44 €</b>	<b>Total</b>	<b>3518.17 €</b>

RESUMEN DE COSTES	
Sistema Actual	Sistema Nuevo
5762.44 €	3518.17 €

<b>DIFERENCIA</b>	<b>-2244.27 €</b>
-------------------	-------------------

**Tabla 3.4.** Comparativa de costes entre sistema fijo actual y sistema fijo nuevo.

Costes calculados para sistema de un modelo entero (4 soportes)			
Sistema Hidráulico Regulable Manual Actual		Sistema Neumático Regulable Nuevo	
Elemento	Coste	Elemento	Coste
Piezas Fundición	1262.44 €	Guías + Patines TecnoPower	2618.17 €
Mecanizado de Piezas	4500 €	Placa + Buje + Espárrago + Piezas Normalizadas + Soldadura + Montaje	900 €
Sistema Hidráulico <b>ENERPAC</b>	4346.36 €	Kit de Suspensión Neumática	4695 €
<b>Total</b>	<b>10108.80 €</b>	<b>Total</b>	<b>8213.17 €</b>

RESUMEN DE COSTES	
Sistema Actual	Sistema Nuevo
10108.80 €	8213.17 €

<b>DIFERENCIA</b>	<b>-1895.63 €</b>
-------------------	-------------------

**Tabla 3.5.** Comparativa de costes entre sistema regulable manual actual y sistema regulable nuevo.

Costes calculados para sistema de un modelo entero (4 soportes)			
Sistema Hidráulico Regulable Electrónico Actual		Sistema Neumático Regulable Nuevo	
Elemento	Coste	Elemento	Coste
Piezas Fundición	1262.44 €	Guías + Patines TecnoPower	2618.17 €
Mecanizado de Piezas	4500 €	Placa + Buje + Espárrago + Piezas Normalizadas + Soldadura + Montaje	900 €
Sistema Hidráulico <b>NORGREN</b>	8372 €	Kit de Suspensión Neumática	4695 €
<b>Total</b>	<b>12872.80 €</b>	<b>Total</b>	<b>8213.17 €</b>

DESGLOSE PRECIO SISTEMA HIDRÁULICO NORGREN ACTUAL	
Elemento	Coste
Cuadro Eléctrico	4344 €
Cilindro Hidráulico (4)	1584 €
Centralita Hidráulica	1752 €
Latiguillos	692 €
<b>Total</b>	<b>8372 €</b>

RESUMEN DE COSTES	
Sistema Actual	Sistema Nuevo
12872 €	8213.17 €
<b>DIFERENCIA</b>	<b>-4658.8 €</b>

**Tabla 3.6.** Comparativa de costes entre sistema regulable electrónico actual y sistema regulable nuevo.

Anteriormente, se ha detallado el resumen de costes con la comparativa del sistema actual con el nuevo de manera detallada. A continuación, en la **Tabla 3.7** se muestra un resumen además del ahorro anual que obtendríamos utilizando los nuevos sistemas, ahorro económico al que habría que añadirle todas las ventajas técnicas que obtenemos.

RESUMEN TOTAL DE COSTES				
Sistema Antiguo		Sistema Nuevo		Diferencia
Sistema	Coste	Sistema	Coste	
Sistema Fijo	5762.44 €	Sistema Fijo	3518.17 €	<b>-2244.27 €</b>
Sistema Hidráulico Manual	10108.80 €	Sistema Neumático Control Remoto	8213.17 €	<b>-1895.63 €</b>
Sistema Hidráulico Electrónico	12872 €	Sistema Neumático Control Remoto	8213.17€	<b>-4658.83 €</b>



AHORRO ANUAL ESTIMADO					
AÑO 2017			PREVISIÓN UN AÑO		
Sistema	Cantidad	Coste	Sistema	Cantidad	Coste
Sistema Fijo	1	5762.44 €	Sistema Fijo	1	3518.17 €
Sistema Hidráulico Manual	2	20217.60 €	Sistema Neumático Control Remoto	4	32852.68 €
Sistema Hidráulico Electrónico	2	25744 €			
Total		51724.04 €	Total		36370.85 €

AHORRO ANUAL ESTIMADO	15353.19 €
-----------------------	------------

**Tabla 3.7.** Resumen de ahorro anual comparando sistemas.

A modo de valoración de las tablas y explicación, he realizado el análisis económico comparativo valorando el hecho de necesitar la misma cantidad de soportes que en el año 2017, donde se necesitaron cinco soportes en total.

Vemos que necesitando esos cinco soportes obtendríamos un ahorro de 15353.19€ en total, es decir que estaríamos dentro de la premisa de que el precio fuese como mínimo igual al de los soportes utilizados hasta el momento, es más, el precio es menor, con lo cual, los elementos utilizados son correcto, y nos proporcionan un margen de seguridad muy elevado y unos costes menores que los elevadores actuales.

**En resumen, el proyecto quedaba así validado para proceder a fabricarlo.**

## Conclusiones

Como conclusión principal indicar que el proyecto **cumple perfectamente con su objetivo**. El cliente aceptó el resultado del proyecto para llevarlo hacia adelante.

Considero que el nuevo sistema es mucho más **sencillo** de montar dado los elementos normalizados, es mucho más **ligero**, cumple la función de una manera más efectiva, es mucho más **limpio** y mucho más adaptado a los tiempos actuales al poder regularlo todo a distancia y tener información de las presiones en tiempo real, en definitiva, el cambio ha sido muy positivo para el cliente.

En este mundo globalizado y de libre competencia, siempre hay que sondear profundamente el mercado y las diferentes opciones que éste te proporciona. En un sector donde son tan importantes los elementos normalizados y los no normalizados pero para los que puedes encontrar diferentes proveedores, las opciones son muchísimas, y se puede encontrar elementos con mismas características técnicas pero pueden llegar a variar mucho económicamente, y teniendo en cuenta en que consiste un empresa, que no hay que olvidar que siempre está orientada a generar beneficios, el hecho de encontrar los proveedores que ofrezcan las necesidades técnicas necesarias a mejor precio pueden marcar la diferencia de llevar a cabo un proyecto o no, ya que puede pasar de ser un proyecto rentable a ser uno que genere pérdidas.

Entrando más en detalle con el proyecto, hay que tener en cuenta siempre lo importante que es la sencillez en la mayoría de los casos, hacer algo sencillo le da el doble de valor, ya que además siempre será más económico que algo muy sofisticado, y hay casos, como por ejemplo el proyecto del que trata este informe, en los que hay que valorar las necesidades y si va ser algo visible con influencia, es decir, si no importa la forma del elemento a crear ni va a influir sobre el aspecto físico-estético, es mejor siempre hacer algo sencillo y seguro, y no intentar centrarse en algo muy difícil y rebuscado que va a provocar una fabricación más compleja, un montaje más difícil y a fin de cuentas, un precio más elevado.

Por último, al ser un proyecto real realizado en la empresa, se concluye con la **importancia de una buena planificación y valoración** previa del proyecto, es decir la labor de **management** ya que le dimos un precio al cliente orientativo basándonos en experiencias previas, y una vez das el precio cerrado ya no puedes cambiar, es decir, si planificas mal las labores de proyectos, modelismo etc., las pérdidas serían para la propia empresa por culpa de una mala planificación.

## Bibliografia

- <https://www.boschrexroth.com/es/es/home/index>
- <https://www.hepcomotion.com/es/>
- <https://www.tecnopower.es/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=HMQDWYjTRSM>
- <https://d2racingspain.es/productos/suspension-neumatica>
- <https://ksportspain.com/productos/kits-de-suspension-neumatica-k-sport>
- <http://suspension-neumatica.com/>
- <https://unesid.org/siderurgia-que-es-el-acero.php>
- <https://www.autonocion.com/suspension-neumatica-ventajas-desventajas/>
- <http://www.rodalsa.net/wp-content/uploads/2015/06/guias-lineales-hiwin.pdf>
- <http://www.norelem-spain.es/productos/>
- [https://www.norelem.com/xs\\_db/DOKUMENT\\_DB/www/NORELEM/DataSheet/es/07/07210\\_Datasheet\\_4099\\_Tuercas\\_hexagonales\\_DIN\\_934\\_DIN\\_EN\\_ISO\\_4032\\_DIN\\_EN\\_24032--es.pdf](https://www.norelem.com/xs_db/DOKUMENT_DB/www/NORELEM/DataSheet/es/07/07210_Datasheet_4099_Tuercas_hexagonales_DIN_934_DIN_EN_ISO_4032_DIN_EN_24032--es.pdf)
- [http://www.suministrostorras.com/img\\_bd/documentos/04/04023/din%20913-45h.pdf](http://www.suministrostorras.com/img_bd/documentos/04/04023/din%20913-45h.pdf)
- <https://www.opac.net/pdf/H912.pdf>
- [https://www.norelem.com/xs\\_db/DOKUMENT\\_DB/www/NORELEM/DataSheet/es/07/07590\\_Datasheet\\_4177\\_Tuercas\\_con\\_ranura\\_DIN\\_1804--es.pdf](https://www.norelem.com/xs_db/DOKUMENT_DB/www/NORELEM/DataSheet/es/07/07590_Datasheet_4177_Tuercas_con_ranura_DIN_1804--es.pdf)

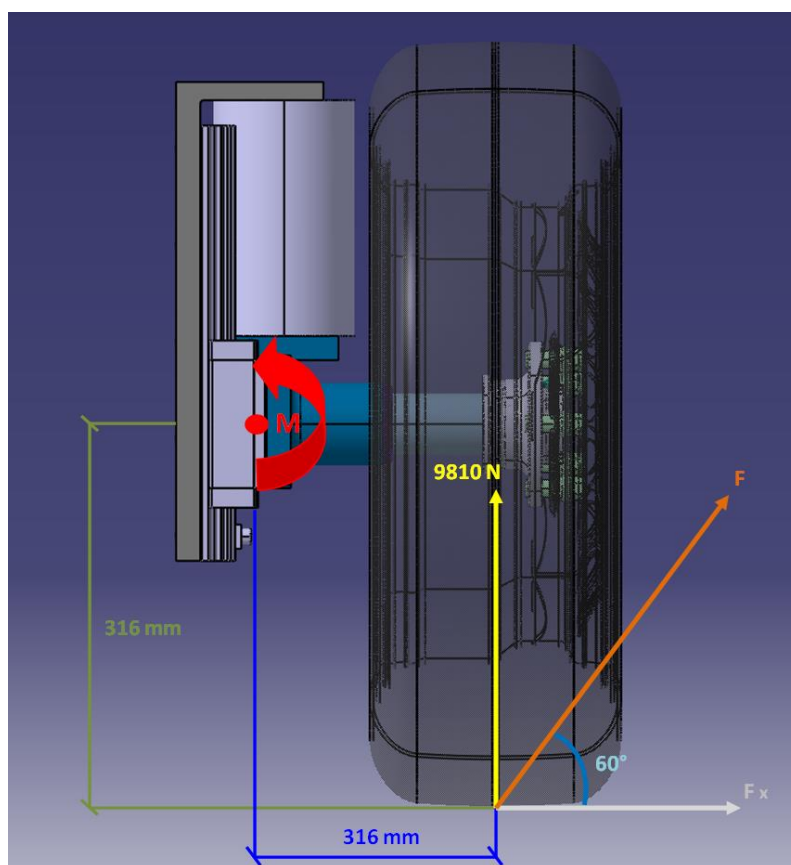


## Anexo A - Cálculos

En este anexo encontramos con los cálculos para encontrar el momento a soportar por los patines. Como vamos a ver, son unos cálculo simples, ya que el valor crítico en este caso es el momento  $M_p$  del que hemos hablado anteriormente en el apartado de selección de guías y patines, y donde además jugamos con la ventaja de saber que tenemos todo muy sobredimensionado y obteniendo el valor de la manera en la que se obtiene no va a haber ningún tipo de problema de rotura.

Tampoco hemos tenido que hacer un cálculo de fatiga ya que no va a trabajar a ciclos y no nos interesa saberlo realmente, ya que el cliente quiere que soporte el peso y cuando haya que cambiarlo se volverá a cambiar.

En la Fig vemos la distribución de fuerzas, en la que trabajamos en dos planos ya que la fuerza la realizará la grúa de movimiento en el sentido indicado.



Dividimos entre cuatro soportes en lugar de entre ocho guías para así seguir acumulando factores de seguridad, en este caso ya sería el doble.

$$1000 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9810 \text{ N} = F_y$$

(Eq. 1)

La fuerza calculada es la fuerza vertical, a partir de la cual obtendremos la horizontal para encontrar el momento que nos interesa en el punto M.

$$\sin(60) = \frac{9810}{F} \rightarrow F = 11327.61 \text{ N}$$

(Eq. 2)

$$\cos(60) \frac{F_x}{11327.61} \rightarrow F_x = 5663.81 \text{ N}$$

(Eq. 3)

$$M = 9810 \text{ N} * 303.63 * 10^{-3} \text{ m} + 5663.81 \text{ N} * 316 * 10^{-3} \text{ m} = 4768.40 \text{ Nm}$$

(Eq. 4)

El **Momento M** mínimo a soportar por los patines es de **4768.40 Nm**.

Otro apartado importante es el del cálculo de la presión a soportar por las balonas.

Sabemos el peso máximo a soportar por cada una de las balonas de manera sobredimensionada. Por otro lado, sabes el diámetro de la balona y la superficie de contacto que hay entre la balona y la placa soporte de elevación. Por lo tanto, los cálculos son los siguientes:

$$P = \frac{F}{\pi * r^2}$$

(Eq. 5)

La **Eq. 5** sería la utilizada en el caso de que todo el soporte reposara sobre el diámetro entero de la balona, pero no es el caso como hemos visto en la **Figura 3.24**. Así que realizamos el cálculo con la **Eq. 6**.

$$P = \frac{F}{A}$$

(Eq. 6)

$$P = \frac{1000 * 9.81}{0.01}$$

(Eq. 7)

$$P = 0.981000 \text{ Pa} = \mathbf{0.981 \text{ MPa}}$$

(Eq. 8)

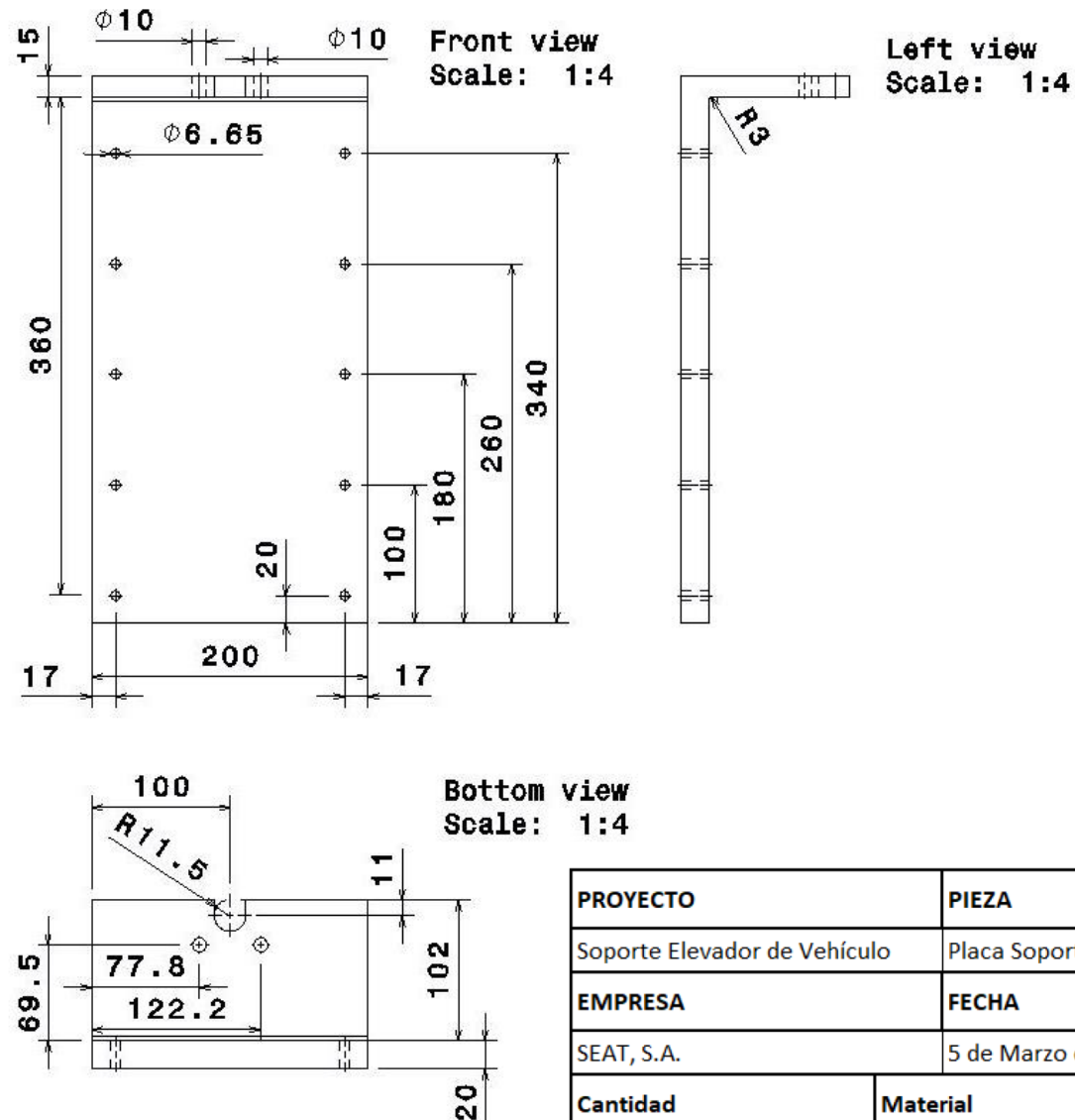
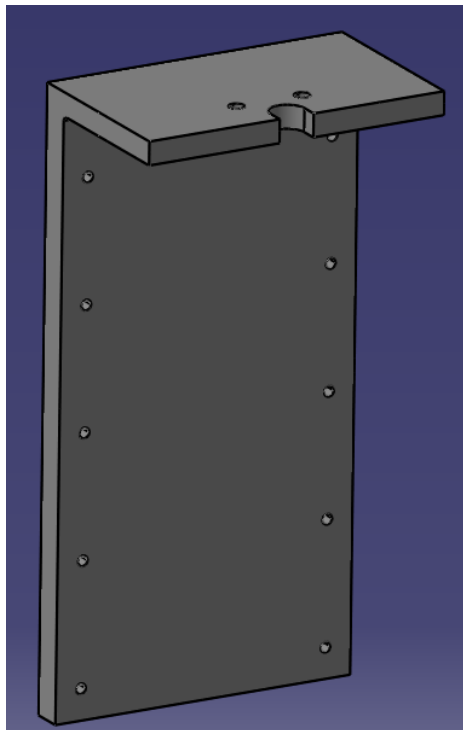
$$\mathbf{0.981 \text{ MPa} < 1.24 \text{ MPa}}$$

(Eq. 9)

## Anexo B – Planos

Placa Soporte

Sistema Neumático Regulable



PROYECTO		PIEZA	
Soporte Elevador de Vehículo		Placa Soporte	
EMPRESA		FECHA	
SEAT, S.A.		5 de Marzo de 2019	
Cantidad	Material	Escala	
1	Acero	1:04	

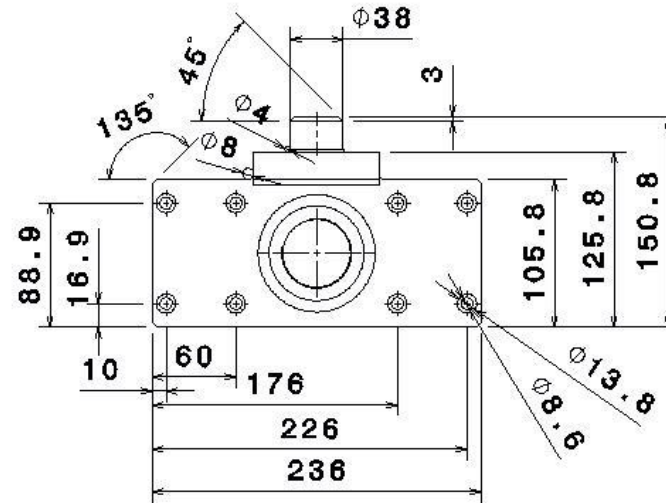
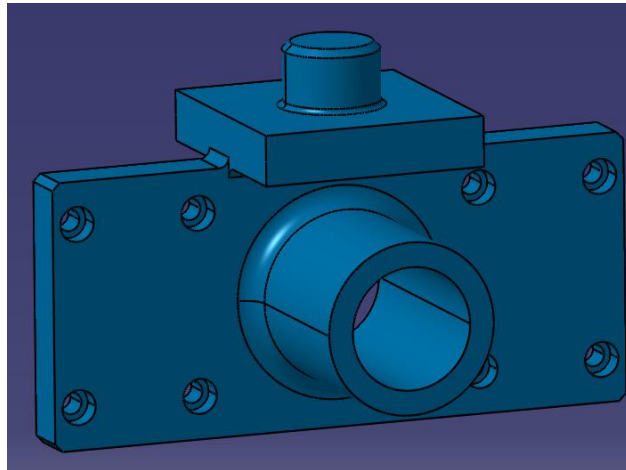


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH  
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

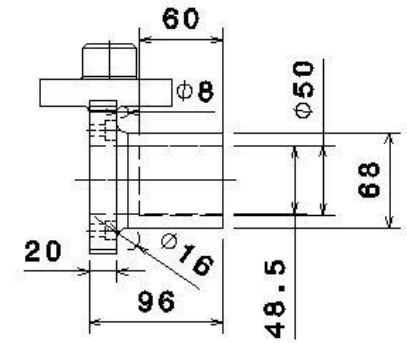


## Placa Unión Buje y Soporte Suspensión

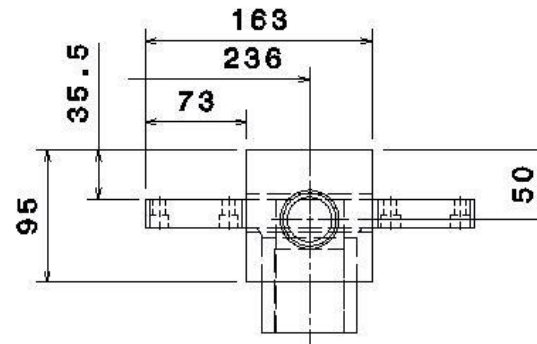
### Sistema Neumático Regulable



Front view  
Scale: 1:4



Left view  
Scale: 1:4

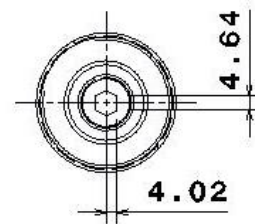


Top view  
Scale: 1:4

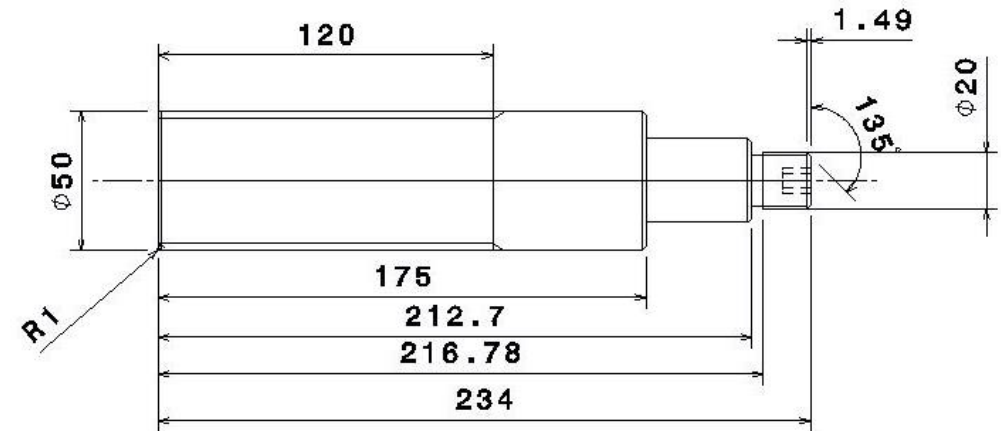
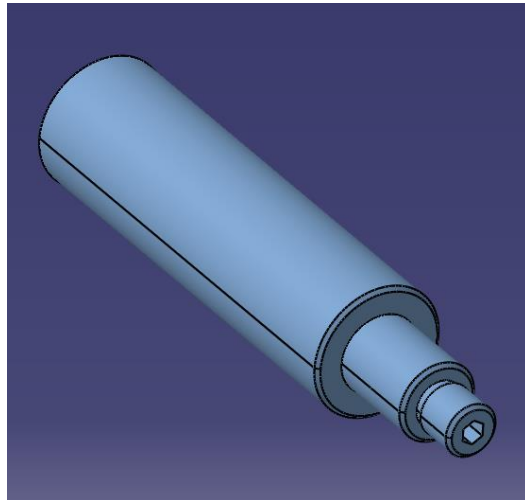
PROYECTO		PIEZA	
Soporte Elevador de Vehículo		Placa Unión Buje y Soporte Suspensión	
EMPRESA		FECHA	
SEAT, S.A.		5 de Marzo de 2019	
Cantidad	Material	Escala	
1	Acero	1:04	

# Buje cilíndrico Roscado

## Sistema Neumático Regulable



Front view  
Scale: 1:2

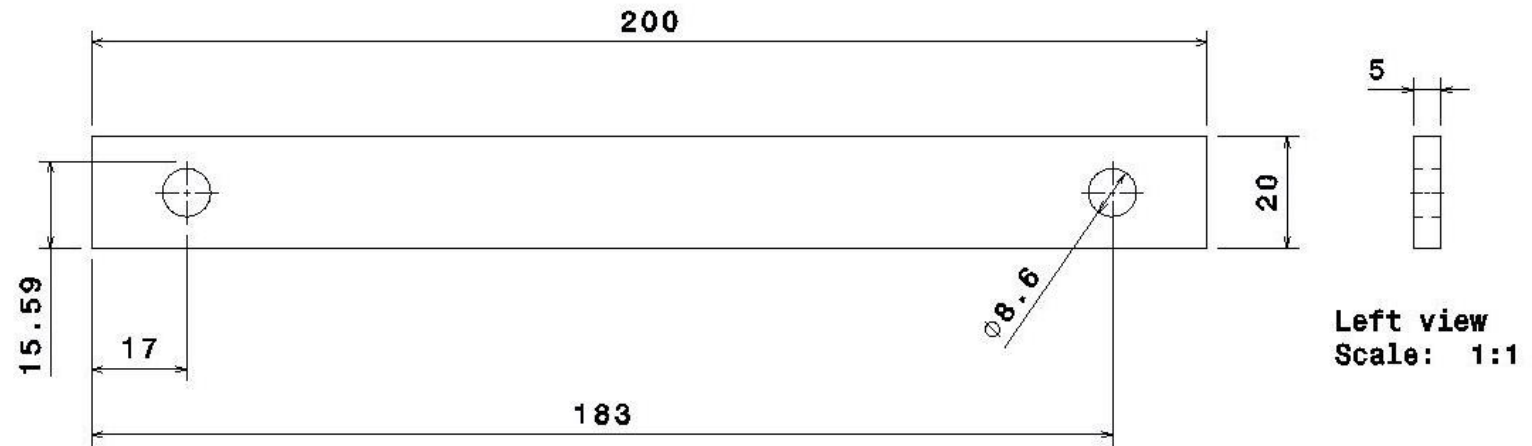
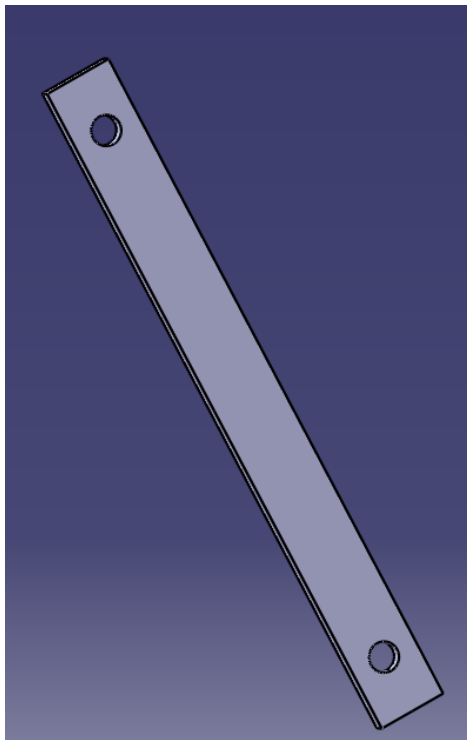


Left view  
Scale: 1:2

PROYECTO		PIEZA	
Soporte Elevador de Vehículo		Buje Cilíndrico Roscado	
EMPRESA		FECHA	
SEAT, S.A.		5 de Marzo de 2019	
Cantidad	Material	Escala	
1	Acero	1:02	

Pletina de seguretat

Sistema Neumàtic Regulable

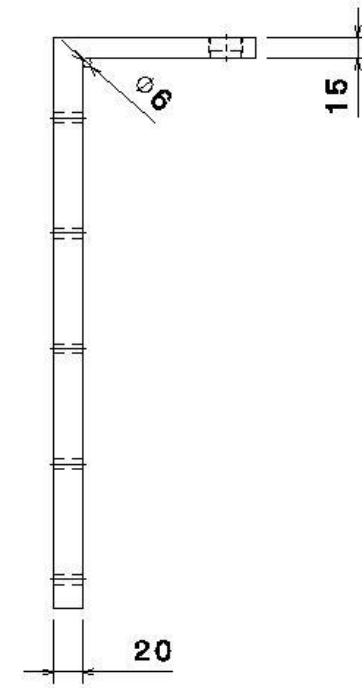
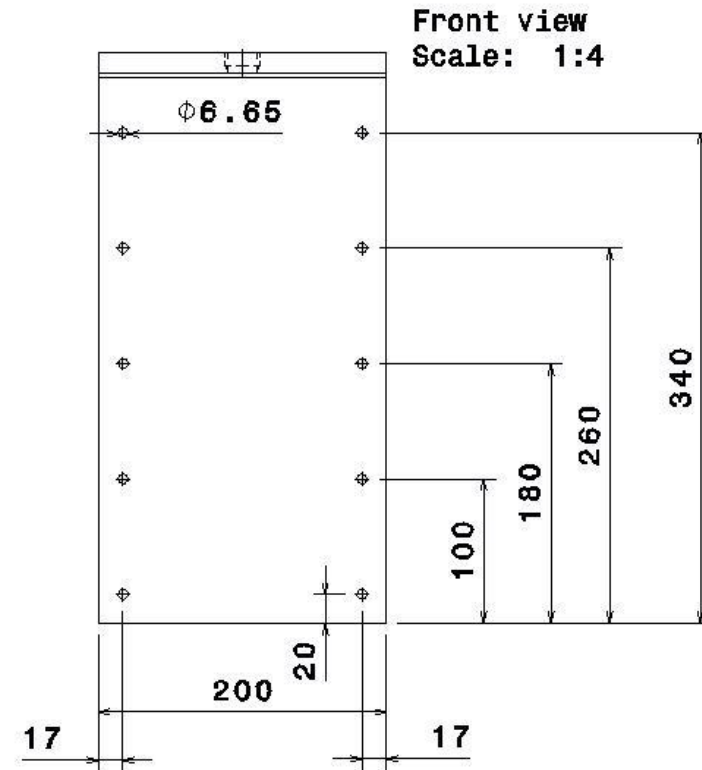
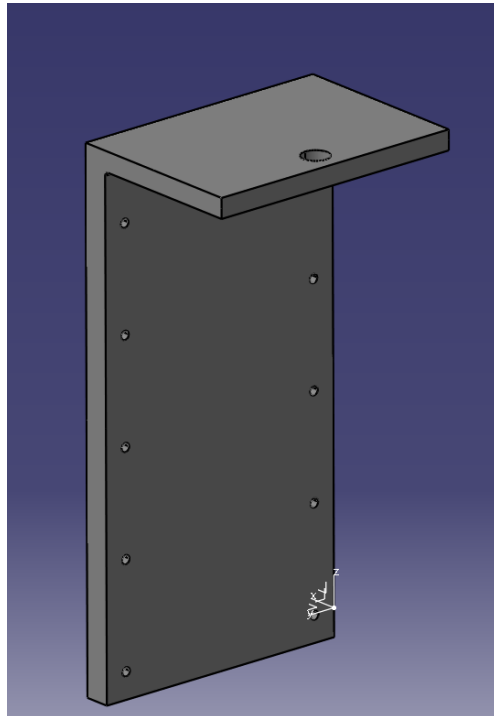


Front view  
Scale: 1:1

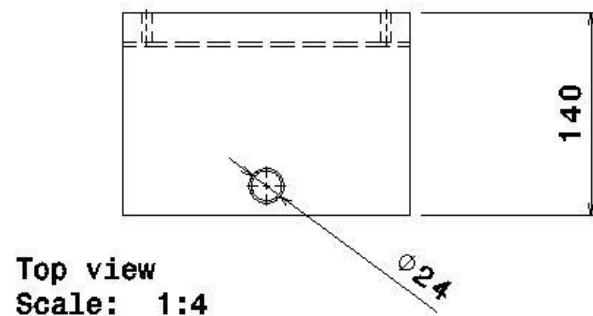
PROYECTO		PIEZA	
Soporte Elevador de Vehículo		Placa Seguridad	
EMPRESA		FECHA	
SEAT, S.A.		5 de Marzo de 2019	
Cantidad	Material	Escala	
1	Acero	1:01	

Placa Soporte

Sistema Fijo Nuevo



**Left view**  
Scale: 1:4



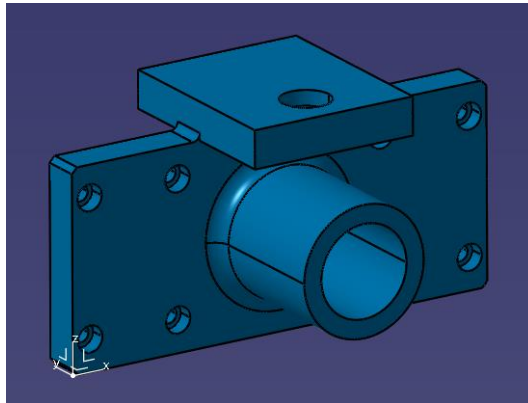
PROYECTO		PIEZA	
Soporte Elevador de Vehículo		Placa Soporte	
EMPRESA		FECHA	
SEAT, S.A.		5 de Marzo de 2019	
Cantidad	Material	Escala	
1	Acero	1:04	



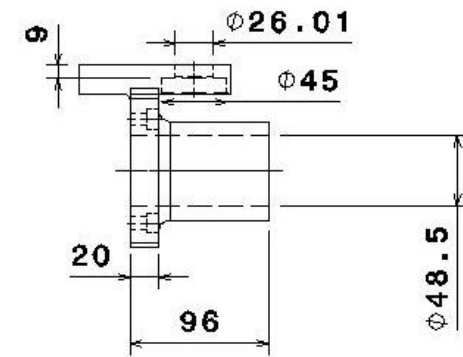
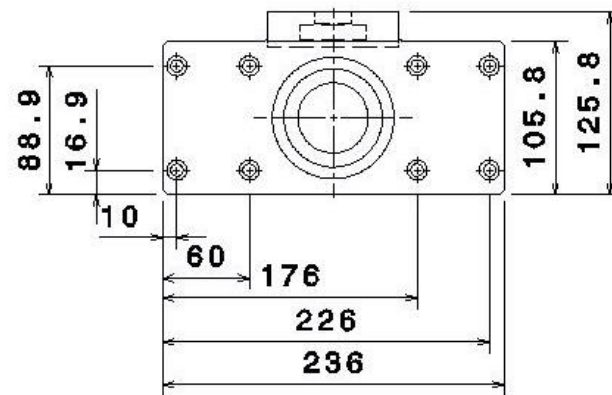
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH  
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

# Placa Unión Buje y Soporte Suspensión

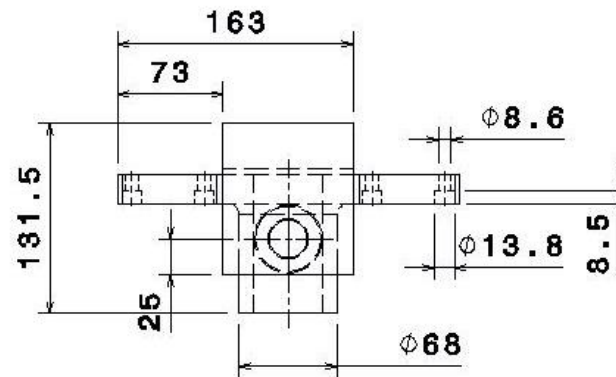
## Sistema Fijo Nuevo



Front view  
Scale: 1:4



Left view  
Scale: 1:4

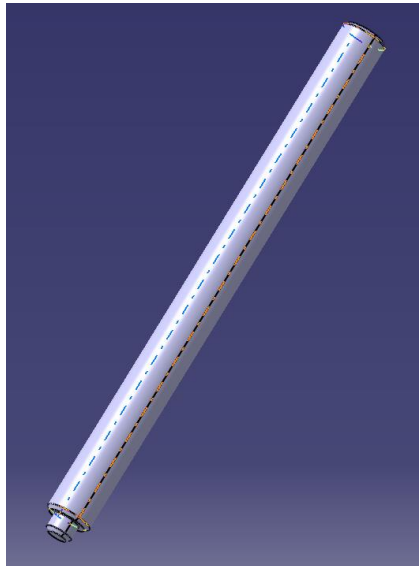


Top view  
Scale: 1:4

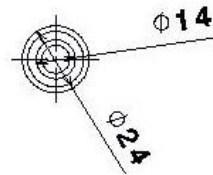
PROYECTO		PIEZA	
Soporte Elevador de Vehículo		Placa Unión Buje y Soporte Suspensión	
EMPRESA		FECHA	
SEAT, S.A.		5 de Marzo de 2019	
Cantidad	Material	Escala	
1	Acero	1:04	

# Eje Roscado

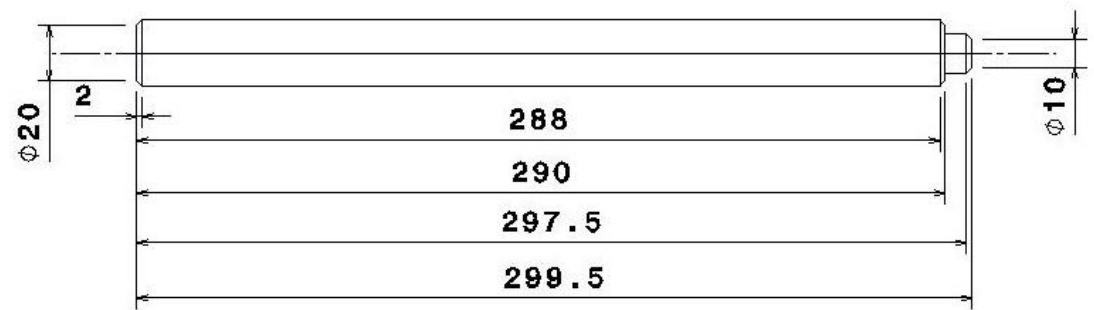
## Sistema Fijo Nuevo



Front view  
Scale: 1:2



Left view  
Scale: 1:2



PROYECTO		PIEZA	
Soporte Elevador de Vehículo		Eje Roscado	
EMPRESA		FECHA	
SEAT, S.A.		5 de Marzo de 2019	
Cantidad	Material	Escala	
1	Acero	1:02	

En este **Anexo B** se pueden ver todos los planos necesarios por parte del proveedor para facilitar el material necesario mecanizado.

Hay piezas del **Sistema Fijo Nuevo** que no están representadas con su plano ya que son iguales que en el sistema neumático regulable, como por ejemplo el buje mecanizado roscado y la pletina de seguridad.

Hay otras piezas que no están representadas en su plano ya que no las vamos a solicitar a ningún proveedor, como todo el conjunto del neumático que conseguiremos de uno de nuestros modelos, concretamente del que se vaya a utilizar y el neumático de la versión que se vaya a utilizar también.

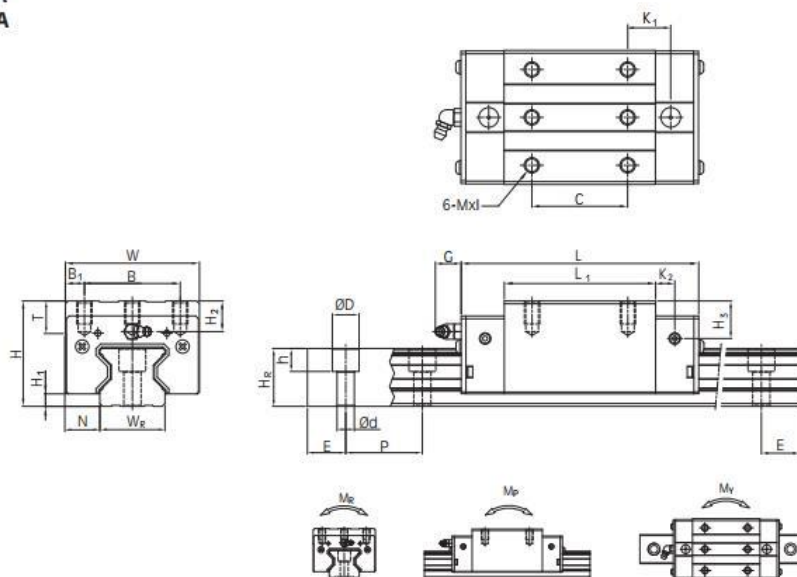
Por último, no se adjuntan en el **Anexo B** lo planos de tornillos, tuercas, juntas y contratueras dado que son elementos normalizados.

# Anexo C – Catálogos

## DIMENSIONES DE LA SERIE RG

**HIWIN**  
Lineartechnologie

RGH-CA  
RGH-HA



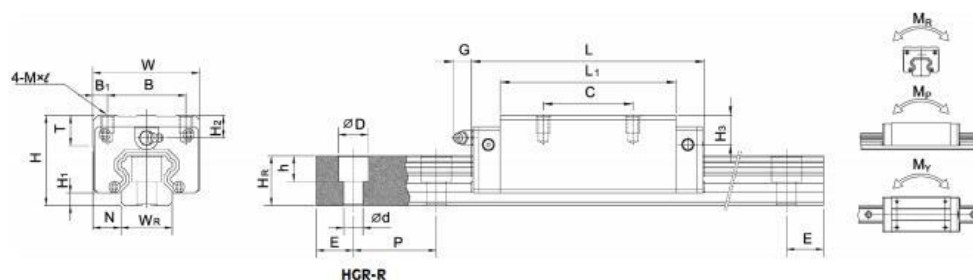
Código	Dimensiones de montaje (mm)				Medidas de patín (mm)										Medidas de rail (mm)										Tornillo de montaje	Carga dinámica C (kN)	Carga estática CO (kN)			Máximo momento estático		Peso	
																											M <sub>K</sub> (kN/m)	M <sub>P</sub> (kN/m)	M <sub>V</sub> (kN/m)	Patín (kg/l)	Rail (kg/l)		
	H	H <sub>1</sub>	N	W	B	B <sub>1</sub>	C	L <sub>1</sub>	L	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	G	Mxd	T	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	W <sub>R</sub>	H <sub>R</sub>	D	h	d	P	E										
RGH15CA	28	4	9,5	34	26	4	26	45	68	13,4	4,7	5,3	M4x8	6	7,6	10,1	15	16,5	7,5	5,7	4,5	30	20	M4x16	11,3	24	0,311	0,173	0,173	0,20	1,70		
RGH20CA	34	5	12	44	32	6	36	57,5	86	15,8	6	5,3	M5x8	8	8,3	8,3	20	21	9,5	8,5	6	30	20	M5x20	21,3	46,7	0,647	0,46	0,46	0,40	2,66		
RGH20HA							50	77,5	106	18,8															26,9	63	0,872	0,837	0,837	0,53			
RGH25CA	40	5,5	12,5	48	35	6,5	35	64,5	97,9	20,75	7,25	12	M6x8	9,5	10,2	10	23	23,6	11	9	7	30	20	M6x20	27,7	57,1	0,758	0,605	0,605	0,61	3,08		
RGH25HA							50	81	114,4	21,5															33,9	73,4	0,975	0,991	0,991	0,75			
RGH30CA	45	6	16	60	40	10	40	71	109,8	23,5	8	12	M8x10	9,5	10,3	28	28	14	12	9	40	20	M8x25	39,1	82,1	1,445	1,06	1,06	0,90	4,41			
RGH30HA							60	93	131,8	24,5														48,1	105	1,846	1,712	1,712	1,16				
RGH35CA	55	6,5	18	70	50	10	50	79	124	22,5	10	12	M8x12	12	16	19,6	34	50,2	14	12	9	40	20	M8x25	57,9	105,2	2,17	1,44	1,44	1,57	6,06		
RGH35HA							72	106,5	151,5	25,25															73,1	142	2,93	2,6	2,6	2,06			
RGH45CA	70	8	20,5	86	60	13	60	106	153,2	31	10	12,9	M10x17	16	20	24	45	38	20	17	14	52,5	22,5	M12x35	92,6	178,8	4,52	3,05	3,05	3,18	9,97		
RGH45HA							80	139,8	187	37,9															116	230,9	6,33	5,47	5,47	4,13			
RGH55CA	80	10	23,5	100	75	12,5	75	125,5	183,7	37,75	12,5	12,9	M12x18	17,5	22	27,5	53	44	23	20	16	60	30	M14x45	130,5	252	8,01	5,4	5,4	4,89	13,98		
RGH55HA							95	173,8	232	51,9															167,8	348	11,15	10,25	10,25	6,68			
RGH65CA	90	12	31,5	126	76	25	70	160	232	60,8	15,8	12,9	M16x20	25	15	15	63	53	26	22	18	75	35	M16x50	213	411,8	16,20	11,59	11,59	8,89	20,22		
RGH65HA							120	223	295	67,3															273,5	572,7	22,55	22,17	22,17	12,13			



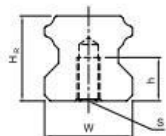
## GUÍA LINEAL



### HGH-CA HGH-HA

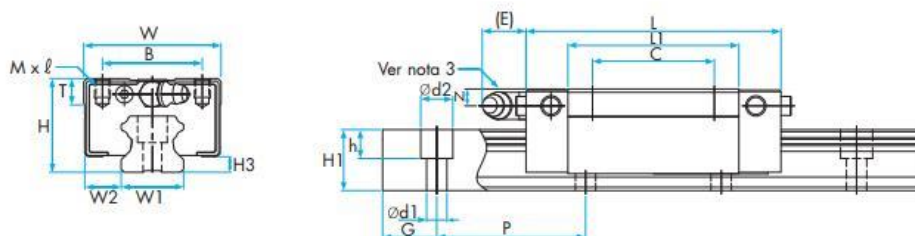


Rail HGR-T (ver página 264)



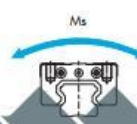
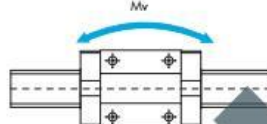
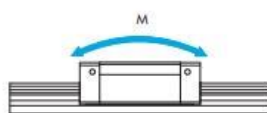
Código	Dimensiones de montaje (mm)		Medidas de patin (mm)										Medidas de rail (mm)										Tornillos de montaje	Carga dinámica C (N)	Caja estática CO (N)	Máximo momento estático			Peso	
			H	H <sub>1</sub>	N	W	B	B <sub>1</sub>	C	L <sub>1</sub>	L	G	MxI	T	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	W <sub>2</sub>	H <sub>4</sub>	D	h	d	P				E	M <sub>x</sub> (Nm)	M <sub>y</sub> (Nm)	M <sub>z</sub> (Nm)	Patin (kg)
HGH15CA	28	4.3	9.5	34	26	4	26	39.4	61.4	5.3	M4x5	6	8.5	9.5	15	15	7.5	5.3	4.5	60	20	M4x16	11380	25310	170	150	150	0.18	1.45	
HGH20CA HGH20HA	30	4.6	12	44	32	6	36	50.5	77.5	12	M5x6	8	6	7	20	17.5	9.5	8.5	6	60	20	M5x16	17750	37840	380	270	270	0.38	2.21	
							50	65.2	90.3														21180	48840	480	470	470	0.39		
HGH25CA HGH25HA	40	5.5	12.5	48	35	6.5	35	58	83	12	M6x8	8	10	13	23	22	11	9	7	60	20	M6x20	26480	56190	640	510	510	0.67	3.21	
							50	78.6	103.6														32750	76000	870	880	880	0.69		
HGH30CA HGH30HA	45	6	16	60	40	10	40	70	97.4	12	M8x10	8.5	9.5	13.8	28	26	14	12	9	80	20	M8x25	38740	83060	1060	850	850	1.14	4.47	
							60	93	120.4														47270	110130	1400	1470	1470	1.16		
HGH35CA HGH35HA	55	7.5	18	70	50	10	50	80	112.4	12	M8x12	10.2	16	19.6	34	29	14	12	9	80	20	M8x25	49520	102870	1730	1200	1200	1.88	6.3	
							72	105.8	138.2														60210	136310	2290	2080	2080	1.92		
HGH45CA HGH45HA	70	9.5	20.5	86	60	13	60	97	138	12.9	M10x17	16	18.5	30.5	45	38	20	17	14	105	22.5	M12x35	77570	155930	3010	2350	2350	3.54	10.41	
							80	128.8	169.8														94540	207120	4000	4070	4070	3.61		
HGH55CA HGH55HA	80	13	23.5	100	75	12.5	75	117.7	165.7	12.9	M12x18	17.5	22	29	53	44	23	20	16	120	30	M14x45	114440	227810	5660	4060	4060	5.38	15.08	
							95	155.8	203.8														139350	301260	7490	7010	7010	5.49		
HGH65CA HGH65HA	90	15	31.5	126	76	25	70	144.2	198.2	12.9	M16x20	25	15	15	63	53	26	22	18	130	35	M16x50	183630	324710	10020	6440	6440	7.00	21.18	
							120	203.6	257.6														208360	457150	14150	11120	11120	9.82		

## Series HLG--R, Series HLG--RL



N° de Ref.	Dimensiones Externas			Dimensiones del bloque HLG								H3
	Altura H	Anchura W	Longitud L	B	C	M x l	L1	T	N	E	Engrasador <sup>3</sup>	
HLG15R	28	34	57	26	26	M4 x 5	40.8	6	10	6	A-M4	4.7
HLG15RL			65.3				49.1					
HLG20R	30	44	72.7	32	36	M5 x 6	53.1	8	7.5	12	B-M6F	6
HLG20RL			88.6				69					
HLG25R	40	48	83	35	35	M6 x 8	58.3	8	13	12	B-M6F	7
HLG25RL			102.9				78.2					
HLG30R	45	60	97.8	40	40	M8 x 10	70.8	8	10.3	12	B-M6F	7.5
HLG30RL			120				93					
HLG35R	55	70	110	50	50	M8 x 12	80.8	10	15	12	B-M6F	9
HLG35RL			135.4				106.2					
HLG45R	70	86	139	60	60	M10 x 17	101.9	15	20	16	B-PT1/8	10
HLG45RL			170.8				133.7					
HLG55R	80	100	163	75	72	M12 x 18	117.5	18	21	16	B-PT1/8	13
HLG55RL			201.1				155.6					

N° de Ref.	Dimensiones guía HLG						Ratio de Carga básica		Capacidad de Momento Estático			Peso	
	Anchura W1 ±0.03	W2	Altura H1	Valor G	Distancia P	d1 x d2 x h	Dinámico C kN	Estático E0 kN	M	Mv	Ms	HLG Bloque Kg	HLG Guía kg/m
HLG15R	15	9.5	13	10	60	4.5 x 7.5 x 5.3	9.9	16.2	115	115	129	0.18	1.3
HLG15RL							11.2	19.3	165	165	154	0.23	
HLG20R	20	12	16.5	10	60	6 x 9.5 x 8.5	14.9	23.9	221	221	251	0.31	2.2
HLG20RL							17.8	30.6	369	369	322	0.41	
HLG25R	23	12.5	20	10	60	7 x 11 x 9	22.1	33.1	337	337	398	0.53	3.0
HLG25RL							28.1	43.6	596	596	525	0.71	
HLG30R	28	16	26	12	80	9 x 14 x 12	33.0	57.1	711	711	828	0.9	4.85
HLG30RL							40.9	73.6	1203	1203	1067	1.1	
HLG35R	34	18	29	12	80	9 x 14 x 12	43.8	74.6	1062	1062	1298	1.5	6.58
HLG35RL							54.4	96.2	1797	1797	1674	2.01	
HLG45R	45	20.5	38	16	105	14 x 20 x 17	70.6	92.8	2257	2257	1796	2.89	11.03
HLG45RL							87.6	126.5	3781	3781	2448	3.74	
HLG55R	53	23.5	44	20	120	16 x 23 x 20	104.0	133.6	3810	3810	3094	4.28	15.26
HLG55RL							129.1	182.1	6410	6410	4220	5.59	



### Notas:

1. Ver página 27 para la configuración de las referencias y detalles de pedido.
2. Para más detalles sobre la posición del primer agujero 'G', vea la página 4.
3. Los bloques de tamaño 15 utilizan un engrasador recto (A-M4). Ver la página 8 para más información.

## FICHA TÉCNICA

### TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es

Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

Página: 1 de 12



T084 / DIN 84



T985 / DIN 7985



D603 / DIN 603



D125 / DIN 125



T963 / DIN 963



D933 / DIN 933



D934 / DIN 934



D127 / DIN 127



T965 / DIN 965



D912 / DIN 912



D985 / DIN 985



D9021 / DIN 9021

### CARACTERÍSTICAS

- Tornillería para uniones mecánicas.
- Rosca métrica.
- Requiere taladro previo roscado, o bien el empleo de tuerca métrica.
- Variedad en métricas, cabezas y longitudes: flexibilidad en el montaje.
- Recubrimiento cincado.

### APLICACIONES



- Tornillería para uniones mecánicas.



## FICHA TÉCNICA



## TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es

Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

Página: 2 de 12

## 1. GAMA

ITEM	CÓDIGO	NORMA	FOTO	CABEZA	HUELLA	MATERIAL
1	T084	DIN 84		 Cilíndrica	 Ranurada	Acero clase 4.8 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
2	T963	DIN 963		 Avellanada	 Ranurada	Acero clase 4.8 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
3	T965	DIN 965		 Avellanada	 Ph	Acero clase 4.8 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
4	T985	DIN 985		 Alombada	 Ph	Acero clase 4.8 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
5	D933	DIN 933		 Hexagonal	 Hexagonal	Acero clase 8.8 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
6	D912	DIN 912		 Cilíndrica	 Allen	Acero clase 8.8 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
7	D603	DIN 603		 remache con cuello cuadrado	 Inviolable	Acero clase 4.8 UNE EN ISO 898-1. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
8	D934	DIN 934		 Hexagonal		Acero dureza $> 140 \text{ HV}$ . Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
9	D985	DIN 985		 Hexagonal		Acero dureza $> 140 \text{ HV}$ . Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
10	D125	DIN 125			—	Acero dureza $> 140 \text{ HV}$ . Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
11	D127	DIN 127			—	Acero clase 6 UNE EN 20898-2. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042
12	D9021	DIN 9021			—	Acero clase 6 UNE EN 20898-2. Recubrimiento: cincado $\geq 5 \mu\text{m}$ s/ISO 4042

## FICHA TÉCNICA

### TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es

Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

Página: 3 de 12

## 2. CARACTERÍSTICAS

### 2.1 DIN-84

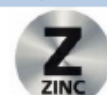
Tornillo ranurado, cabeza cilíndrica



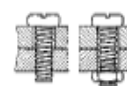
#### Propiedades



Acero



Recubrimiento  
zincado



Unión chapas

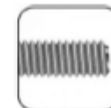
#### Propiedades



Ranura

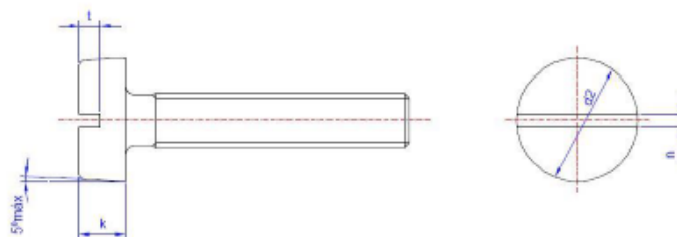


Cabeza cilíndrica



Métrica

MÉTRICA		M3	M4	M5	M6
Ød2: diámetro cabeza	[mm]	5.5	7	8.5	10
k: espesor cabeza	[mm]	2.0	2.6	3.3	3.9
n: anchura ranura	[mm]	1.0	1.50	1.50	1.9
t: profundidad ranura	[mm]	1.15	1.5	1.8	2.2



# FICHA TÉCNICA



## TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es

Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

Página: 4 de 12

### 2.2 DIN-963

Tornillo ranurado con cabeza avellanada



#### Propiedades



Acero



Recubrimiento  
zincado



Unión chapas

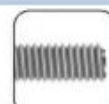
#### Propiedades



Ranura

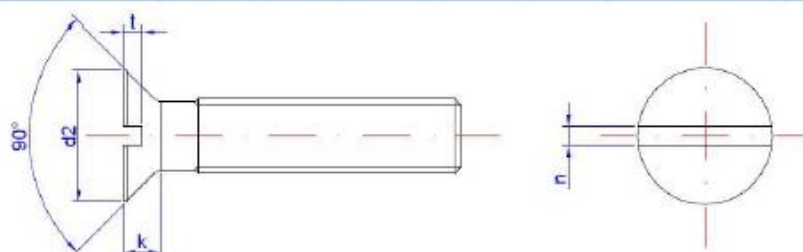


Cabeza avellanada



Métrica

MÉTRICA		M4	M5	M6	M8
Ød2: diámetro cabeza	[mm]	7.5	9.2	11	14.5
k: espesor cabeza	[mm]	2.2	2.5	3	4
n: anchura ranura	[mm]	1.5	1.5	1.9	2.3
t: profundidad ranura	[mm]	1.1	1.3	1.6	2.1



FICHA TÉCNICA

**TORNILLOS ROSCA MÉTRICA**

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es

Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

Página: 5 de 12

**2.3 DIN-965**

**Tornillo de cabeza avellanada y huella Ph**



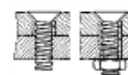
Propiedades



Acero



Recubrimiento  
zincado



Unión chapas

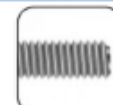
Propiedades



Ph

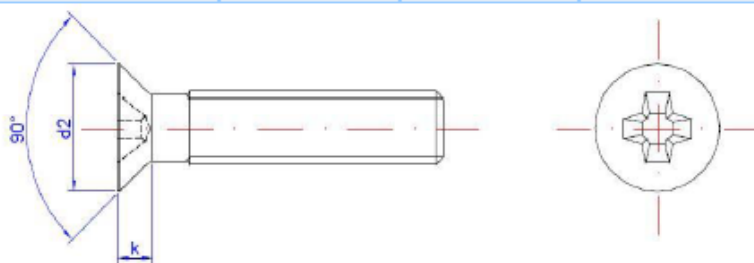


Cabeza avellanada



Métrica

MÉTRICA		M3	M4	M5	M6
Ød2: diámetro cabeza	[mm]	5.6	7.5	9.2	11.0
k: espesor cabeza	[mm]	1.65	2.2	2.5	3.0
Huevo Ph		1	2	2	3
Punta colocación		PUPHC01 PUPHL01	PUPHC02 PUPHL02	PUPHC02 PUPHL02	PUPHC03 PUPHL03



FICHA TÉCNICA



## TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es

Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

Página: 6 de 12

### 2.4 DIN-7985

Tornillo de cabeza alomada y huella Ph



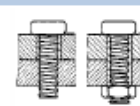
#### Propiedades



Acero



Recubrimiento  
zincado



Unión chapas

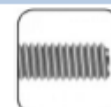
#### Propiedades



Ph

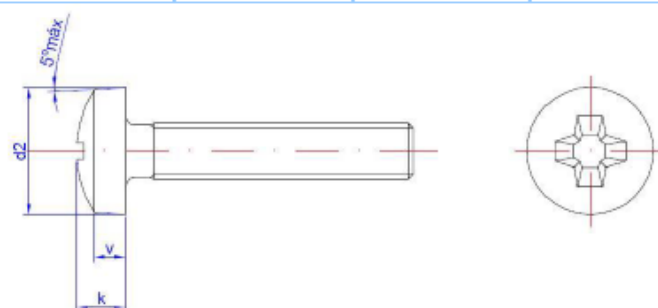


Cabeza alomada



Métrica

MÉTRICA		M3	M4	M5	M6
Ød2: diámetro cabeza	[mm]	6	8	10	12
k: espesor cabeza	[mm]	2.4	3.1	3.8	4.6
v	[mm]	1.6	2.0	2.5	3.0
Hueco Ph		1	2	2	3
Punta colocación		PUPHC01 PUPHL01	PUPHC02 PUPHL002	PUPHC02 PUPHL02	PUPHC03 PUPHL03





## FICHA TÉCNICA

### TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es

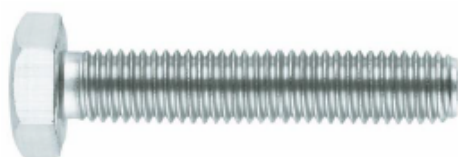
Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

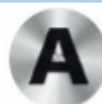
Página: 7 de 12

## 2.5 DIN-933

### Tornillo rosca métrica hexagonal



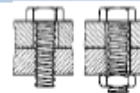
#### Propiedades



Acero



Recubrimiento  
zincado



Unión chapas

#### Propiedades



Hexagonal

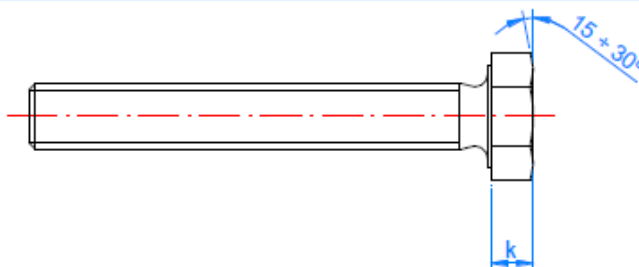
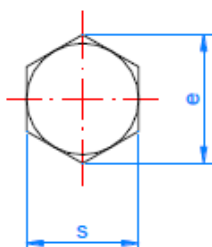


Cabeza hexagonal



Métrica

MÉTRICA		M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20
s: distancia entre caras	[mm]	10	13	17	19	22	24	27	30
k: espesor cabeza	[mm]	4	5,3	6,4	7,5	8,8	10	11,5	12,5
e: distancia entre vértices	[mm]	10,89	14,20	18,72	20,88	23,91	26,17	29,56	32,95
Llave de instalación		10	13	17	19	22	24	27	30



# FICHA TÉCNICA



## TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es

Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

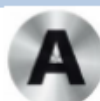
Página: 8 de 12

### 2.6 DIN-912

#### Tornillo Allen



##### Propiedades



Acero



Recubrimiento  
zincado



Unión chapas

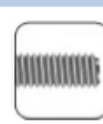
##### Propiedades



Allen

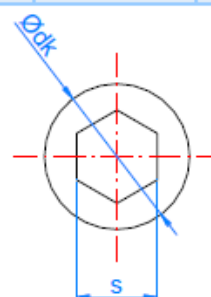
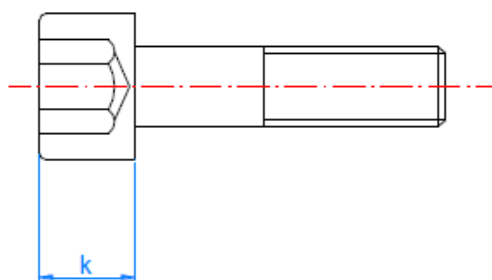


Cabeza cilíndrica



Métrica

MÉTRICA		M4	M5	M6	M8	M10
Ødk: diámetro de la cabeza	[mm]	7	8,5	10	13	16
s: distancia entre caras de la huella	[mm]	3	4	5	6	8
k: espesor cabeza	[mm]	4	5	6	8	8
Llave de instalación		Allen 3	Allen 4	Allen 5	Allen 6	Allen 7



## FICHA TÉCNICA

### TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es

Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

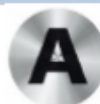
Página: 9 de 12

## 2.7 DIN-603

### Tornillo DIN-603 y tuerca DIN-934



#### Propiedades



Acero



Recubrimiento  
zincado



Unión chapas

#### Propiedades

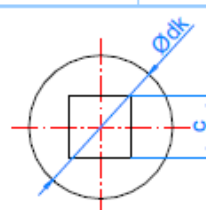
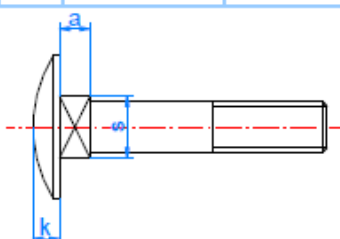


Cabeza remache



Métrica

MÉTRICA		M5	M6	M8	M10	M12
Ødk: diámetro cabeza	[mm]	13	16	20	24	30
k: espesor cabeza	[mm]	3	3,5	4,5	5	6,5
a: espesor del cuadrado	[mm]	3,5	4	5	6	8
s	[mm]	5	6,2	7,8	9,85	11,6
c	[mm]	5	6	8	10	12



# FICHA TÉCNICA



## TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es

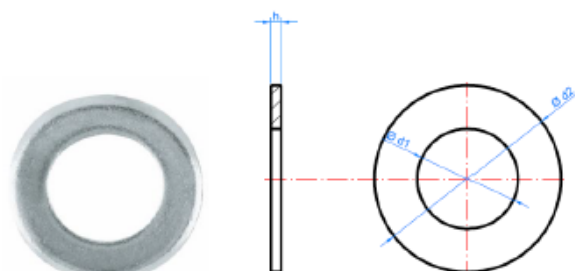
Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

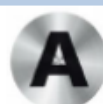
Página: 10 de 12

### 2.8 DIN-125

#### Arandela plana



#### Propiedades



Acero



Recubrimiento  
zincado

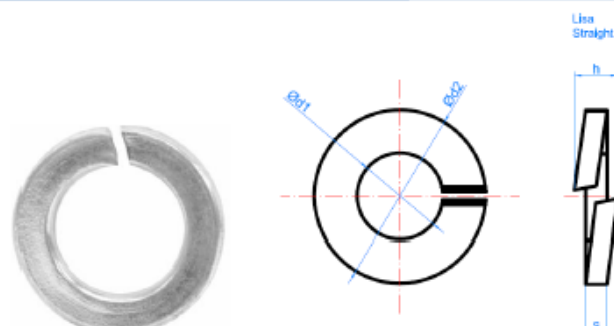


Posibilidad en  
Inoxidable A2

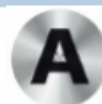
MÉTRICA	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36
Ød1: diámetro interior	4,3	5,3	6,4	8,4	10,5	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	23,0	25,0	28,0	31,0	34,0	37,0
Ød2: diámetro exterior	9	10	12	16	20	24	28	30	34	37	39	44	50	56	60	66
h: espesor	0,8	1	1,6	1,6	2	2,5	2,5	3	3	3	3	4	4	4	5	5

### 2.9 DIN-127

#### Arandela muelle Grower



#### Propiedades



Acero



Recubrimiento  
zincado

MÉTRICA	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Ød1: diámetro interior	4,1	5,1	6,1	8,1	10,2	12,2	14,2	16,2	18,2	20,2	22,5	24,5	27,5	30,5	36,5
Ød2: diámetro exterior	7,6	9,2	11,8	14,8	18,1	21,1	24,1	27,4	29,4	33,6	35,9	40	43	48,2	58,2
h: anchura lisa	2	2,6	3,3	4,3	4,8	5,4	6,5	7,6	7,7	8,7	8,7	10,9	10,9	13,1	13,1
s: espesor	0,9	1,2	1,6	2	2,2	2,5	3	3,5	3,5	4	4	5	5	6	6

## FICHA TÉCNICA

### TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es


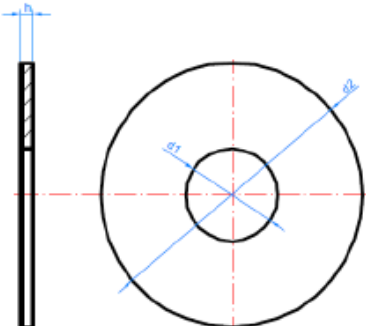


Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

Página: 11 de 12

#### 2.10 DIN-9021

#### Arandela plana ancha

Propiedades												
 												
 <b>A</b> Acero  <b>Z</b> ZINC Recubrimiento zincado												
MÉTRICA	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24
Ød1: diámetro interior	4,3	5,3	6,4	8,4	10,5	13,0	15,0	17,0	20,0	22,0	24,0	26,0
Ød2: diámetro exterior	12	15	18	24	30	37	44	50	56	60	66	72
h: espesor	1	1,2	1,6	2	2,5	3	3	3	4	4	5	5

#### 2.11 DIN-934

#### Tuerca hexagonal

Propiedades																
  																
 <b>A</b> Acero  <b>Z</b> ZINC Recubrimiento zincado  <b>A2 INOX</b> AISI 304 Posibilidad en Inoxidable A2																
M	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36
s	7	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50	55
e	7,7	8,8	11,1	14,4	18,9	21,1	24,5	26,8	29,6	32,9	35,0	39,6	45,2	50,9	55,4	60,8
m	3,2	4	5	6,5	8	10	11	13	15	16	18	19	22	24	26	29
Llave	7	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46	50	55

## FICHA TÉCNICA



### TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Denominación: TORNILLOS ROSCA MÉTRICA

Códigos: T084, T963, T965, T985, D933, D912, D603, D125, D127, D9021, D934, D985

Referencia: FT MET-es

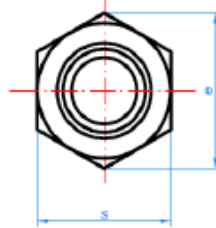
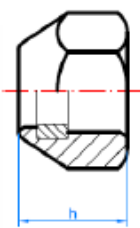
Fecha: 06/04/18

Revisión: 4

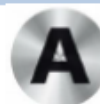
Página: 12 de 12

## 2.12 DIN-985

### Tuerca autoblocante



#### Propiedades



Acero



Recubrimiento zincado

M	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
s	7	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46
e	7,7	8,8	11,1	14,4	18,9	21,1	24,5	26,8	29,6	32,9	35,0	38,6	45,2	50,9
h	5	5	6	8	10	12	14	16	18,5	20	22	24	27	30
Llave	7	8	10	13	17	19	22	24	27	30	32	36	41	46

## 3. PAR DE APRIETE PARA LOS TORNILLOS

Para tornillos y tuercas de acero la norma UNE 17-108-81 establece unos parámetros para la instalación específicos.

Esta norma tiene por objeto indicar el valor del momento de apriete necesario para montar, mediante herramientas dinamométricas que no introduzcan vibraciones ni impactos, la tornillería normal de acero, sobre apoyos rígidos y sometida únicamente a sollicitaciones axiales de valor constante.

Para uniones entre materiales cincados el coeficiente de rozamiento establecido por la norma es  $\mu=0,14$ . Los momentos de apriete para cada métrica están especificados en la tabla de abajo.

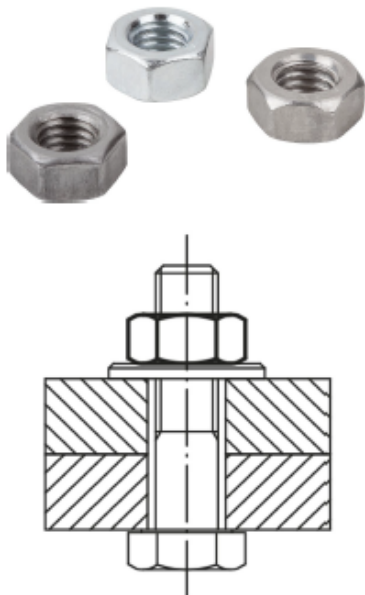
#### MOMENTOS DE APRIETE [da N·m] (con $\mu=0,14$ )

ITEM	METRICA										
	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20
T084	0,063	0,14	0,29	0,49	1,2	2,4	4,1	6,5	10	14	19,5
T963	0,063	0,14	0,29	0,49	1,2	2,4	4,1	6,5	10	14	19,5
T965	0,063	0,14	0,29	0,49	1,2	2,4	4,1	6,5	10	14	19,5
T985	0,063	0,14	0,29	0,49	1,2	2,4	4,1	6,5	10	14	19,5
D933	0,12	0,27	0,54	0,93	2,2	4,5	7,7	12,5	19	27	38
D912	0,12	0,27	0,54	0,93	2,2	4,5	7,7	12,5	19	27	38
D603	0,063	0,14	0,29	0,49	1,2	2,4	4,1	6,5	10	14	19,5

## 07210 Tuercas hexagonales DIN 934 / DIN EN ISO 4032 / DIN EN 24032

**norelem**

### Descripción del artículo/Imágenes del producto



### Descripción

#### Material:

Acero o acero inoxidable (A 2).

#### Versión:

Acero con clase de resistencia 8, acabado natural o cincado.  
Acero con clase de resistencia 10, acabado natural o cincado.  
Acero con clase de resistencia 12, acabado natural.  
Acero inoxidable A 2-70, acabado natural.

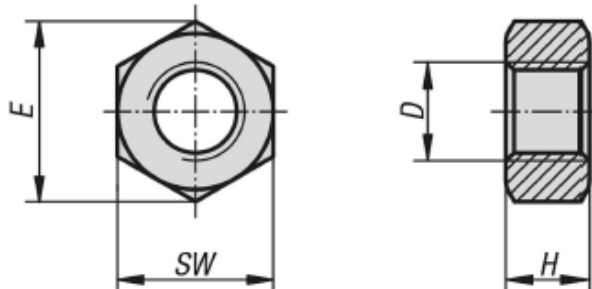
#### Indicación:

La clase de resistencia de la tuerca debe ser siempre igual o mayor que la clase de resistencia del tornillo. Es decir, a un tornillo con clase de resistencia 8.8 le corresponde una tuerca con clase de resistencia 8 (o superior, pero nunca inferior).

#### A petición:

Anchos de llave según DIN ISO 272.

### Planos



### Nuestros productos

Referencia	Material	Clase de resistencia	Superficie cuerpo de base	D	E	H	SW
07210-03	Acero	8	Acabado natural	M3	6,01	2,4	5,5
07210-04	Acero	8	Acabado natural	M4	7,66	3,2	7
07210-05	Acero	8	Acabado natural	M5	8,79	4	8
07210-06	Acero	8	Acabado natural	M6	11,05	5	10
07210-08	Acero	8	Acabado natural	M8	14,38	6,5	13
07210-10	Acero	8	Acabado natural	M10	18,9	8	17
07210-12	Acero	8	Acabado natural	M12	21,1	10	19
07210-14	Acero	8	Acabado natural	M14	23,9	11	22
07210-16	Acero	8	Acabado natural	M16	26,76	13	24
07210-20	Acero	8	Acabado natural	M20	32,95	16	30
07210-22	Acero	8	Acabado natural	M22	35	18	32
07210-24	Acero	8	Acabado natural	M24	39,6	19	36
07210-27	Acero	8	Acabado natural	M27	45,2	22	41

# 07210 Tuerca hexagonal DIN 934 / DIN EN ISO 4032 / DIN EN 24032

norelem

## Nuestros productos

Referencia	Material	Clase de resistencia	Superficie cuerpo de base	D	E	H	SW
07210-30	Acero	8	Acabado natural	M30	50,9	24	46
07210-33	Acero	8	Acabado natural	M33	55,4	26	50
07210-36	Acero	8	Acabado natural	M36	60,8	29	55
07210-203	Acero	8	Cincado	M3	6,01	2,4	5,5
07210-204	Acero	8	Cincado	M4	7,66	3,2	7
07210-205	Acero	8	Cincado	M5	8,79	4	8
07210-206	Acero	8	Cincado	M6	11,05	5	10
07210-208	Acero	8	Cincado	M8	14,38	6,5	13
07210-210	Acero	8	Cincado	M10	18,9	8	17
07210-212	Acero	8	Cincado	M12	21,1	10	19
07210-214	Acero	8	Cincado	M14	23,9	11	22
07210-216	Acero	8	Cincado	M16	26,76	13	24
07210-220	Acero	8	Cincado	M20	32,95	16	30
07210-222	Acero	8	Cincado	M22	35	18	32
07210-224	Acero	8	Cincado	M24	39,6	19	36
07210-227	Acero	8	Cincado	M27	45,2	22	41
07210-230	Acero	8	Cincado	M30	50,9	24	46
07210-233	Acero	8	Cincado	M33	55,4	26	50
07210-236	Acero	8	Cincado	M36	60,8	29	55
07210-403	Acero	10	Acabado natural	M3	6,01	2,4	5,5
07210-404	Acero	10	Acabado natural	M4	7,66	3,2	7
07210-405	Acero	10	Acabado natural	M5	8,79	4	8
07210-406	Acero	10	Acabado natural	M6	11,05	5	10
07210-408	Acero	10	Acabado natural	M8	14,38	6,5	13
07210-410	Acero	10	Acabado natural	M10	18,9	8	17
07210-412	Acero	10	Acabado natural	M12	21,1	10	19
07210-414	Acero	10	Acabado natural	M14	23,9	11	22
07210-416	Acero	10	Acabado natural	M16	26,76	13	24
07210-420	Acero	10	Acabado natural	M20	32,95	16	30
07210-422	Acero	10	Acabado natural	M22	35	18	32
07210-424	Acero	10	Acabado natural	M24	39,6	19	36
07210-427	Acero	10	Acabado natural	M27	45,2	22	41
07210-430	Acero	10	Acabado natural	M30	50,9	24	46
07210-433	Acero	10	Acabado natural	M33	55,4	26	50
07210-436	Acero	10	Acabado natural	M36	60,8	29	55
07210-304	Acero	10	Cincado	M4	7,66	3,2	7
07210-305	Acero	10	Cincado	M5	8,79	4	8
07210-306	Acero	10	Cincado	M6	11,05	5	10
07210-308	Acero	10	Cincado	M8	14,38	6,5	13
07210-310	Acero	10	Cincado	M10	18,9	8	17
07210-312	Acero	10	Cincado	M12	21,1	10	19
07210-314	Acero	10	Cincado	M14	23,9	11	22
07210-316	Acero	10	Cincado	M16	26,76	13	24
07210-320	Acero	10	Cincado	M20	32,95	16	30
07210-322	Acero	10	Cincado	M22	35	18	32
07210-324	Acero	10	Cincado	M24	39,6	19	36
07210-327	Acero	10	Cincado	M27	45,2	22	41
07210-330	Acero	10	Cincado	M30	50,9	24	46
07210-333	Acero	10	Cincado	M33	55,4	26	50
07210-336	Acero	10	Cincado	M36	60,8	29	55
07210-506	Acero	12	Acabado natural	M6	11,05	5	10
07210-508	Acero	12	Acabado natural	M8	14,38	6,5	13
07210-510	Acero	12	Acabado natural	M10	18,9	8	17
07210-512	Acero	12	Acabado natural	M12	21,1	10	19
07210-516	Acero	12	Acabado natural	M16	26,76	13	24
07210-520	Acero	12	Acabado natural	M20	32,95	16	30
07210-524	Acero	12	Acabado natural	M24	39,6	19	36
07210-527	Acero	12	Acabado natural	M27	45,2	22	41
07210-530	Acero	12	Acabado natural	M30	50,9	24	46
07210-536	Acero	12	Acabado natural	M36	60,8	29	55
07210-103	Acero inoxidable	70	Acabado natural	M3	6,01	2,4	5,5
07210-104	Acero inoxidable	70	Acabado natural	M4	7,66	3,2	7
07210-105	Acero inoxidable	70	Acabado natural	M5	8,79	4	8
07210-106	Acero inoxidable	70	Acabado natural	M6	11,05	5	10
07210-108	Acero inoxidable	70	Acabado natural	M8	14,38	6,5	13



## 07210 Tuercas hexagonales DIN 934 / DIN EN ISO 4032 / DIN EN 24032

**norelem**

### Nuestros productos

Referencia	Material	Clase de resistencia	Superficie cuerpo de base	D	E	H	SW
07210-110	Acero Inoxidable	70	Acabado natural	M10	16,9	8	17
07210-112	Acero Inoxidable	70	Acabado natural	M12	21,1	10	19
07210-114	Acero Inoxidable	70	Acabado natural	M14	28,9	11	22
07210-116	Acero Inoxidable	70	Acabado natural	M16	26,76	13	24
07210-120	Acero Inoxidable	70	Acabado natural	M20	32,95	16	30
07210-122	Acero Inoxidable	70	Acabado natural	M22	35	18	32
07210-124	Acero Inoxidable	70	Acabado natural	M24	39,6	19	36
07210-127	Acero Inoxidable	70	Acabado natural	M27	45,2	22	41
07210-130	Acero Inoxidable	70	Acabado natural	M30	50,9	24	46
07210-133	Acero Inoxidable	70	Acabado natural	M33	55,4	26	50
07210-136	Acero Inoxidable	70	Acabado natural	M36	60,8	29	55



## CONJUNTO COMPLETO



Art. Nº	U/E
0964 961 7	1

M5 / M6 / M8 / M10/M12

- Rosca métrica
- Casquillos y herramientas para 5 medidas y 2 longitudes.

Métrico Ø x Paso x Longitud mm	Cont.
M 5 x 0,8 x 7,6	M 8 x 1,25 x 16,2
M 5 x 0,8 x 10,0	M 10 x 1,5 x 14,0
M 6 x 1,0 x 9,4	M 10 x 1,5 x 20,0
M 6 x 1,0 x 12,0	M 12 x 1,75 x 16,2
M 8 x 1,25 x 11,7	M 12 x 1,75 x 24,0

Art. Nº	U/E
0964 961 6	1

M6/M8/M10

- Rosca métrica
- Casquillos y herramientas para 3 medidas y 2 longitudes.

Métrico Ø x Paso x Longitud mm	Cont.
M 6 x 1,0 x 9,4	M 8 x 1,25 x 16,2
M 6 x 1,0 x 12,0	M 10 x 1,5 x 14,0
M 8 x 1,25 x 11,7	M 10 x 1,5 x 20,0

## CAJAS DE REPOSICIÓN DE CASQUILLOS

Modelo: Acero cincado y A2

Rosca Ø x Paso x Longitud mm	Acero cincado Art. Nº
M 4 x 0,7 x 6,0	0663 4 60
M 4 x 0,7 x 9,0	0663 4 80*
M 5 x 0,8 x 7,6	0663 5 76
M 5 x 0,8 x 10,0	0663 5 100
M 6 x 1 x 9,4	0663 6 94
M 6 x 1 x 12,0	0663 6 120
M 7 x 1 x 10,0	0663 7 100*
M 7 x 1 x 14,0	0663 7 140*
M 8 x 1 x 11,7	0663 8 117*
M 8 x 1,25 x 11,7	0663 8 125 117
M 8 x 1,25 x 16,2	0663 8 125 162
M 10 x 1 x 9,4	0663 10 1*
M 10 x 1 x 12,0	0663 10 120*
M 10 x 1 x 16,0	0663 10 160*
M 10 x 1,25 x 9,4	0663 10 125 94*
M 10 x 1,25 x 14,0	0663 10 125 140*
M 10 x 1,25 x 20,0	0663 10 125 200*
M 10 x 1,5 x 14,0	0663 10 15 140
M 10 x 1,5 x 20,0	0663 10 15 200
M 11 x 1,25 x 22,0	0663 11 125 220*
M 11 x 1,5 x 16,0	0663 11 15 160*
M 11 x 1,5 x 22,0*	0663 11 15 220*

Rosca Ø x Paso x Longitud mm	Acero cincado Art. Nº
M 12 x 1,5 x 9,4	0663 12 15 94*
M 12 x 1,5 x 16,2	0663 12 15 162*
M 12 x 1,5 x 24,0	0663 12 15 240*
M 12 x 1,75 x 16,2	0663 12 175 162
M 12 x 1,75 x 24,0	0663 12 175 240
M 14 x 1,5 x 9,4	0663 14 15 94*
M 14 x 1,5 x 12,0	0663 14 15 120*
M 14 x 1,5 x 16,0	0663 14 15 160*
M 14 x 1,5 x 20,0	0663 14 15 200*
M 16 x 1,5 x 12,7	0663 16 15 127*
M 16 x 1,5 x 24,0	0663 16 15 240*
M 16 x 2 x 24,0	0663 16 2 240
M 16 x 2 x 32,0	0663 16 2 320
M 18 x 1,5 x 10,0	0663 18 15 100*
M 18 x 1,5 x 16,3	0663 18 15 163*
M 18 x 1,5 x 27,0	0663 18 15 270*

Rosca Ø x Paso x Longitud mm	A2 Art. Nº
M 6 x 1 x 9,4	0663 06 94
M 6 x 1 x 12,0	0663 06 120
M 8 x 1,25 x 11,7	0663 08 125 117
M 8 x 1,25 x 16,2	0663 08 125 162
M 10 x 1,5 x 14,0	0663 10 15 140
M 10 x 1,5 x 20,0	0663 10 15 200



Rosca métrica  
Rosca paso fino\*

01 07 0021

## 07590 Tuercas con ranura DIN 1804

**norelem**

### Descripción del artículo/Imágenes del producto



### Descripción

#### Material:

Acero de cementación.

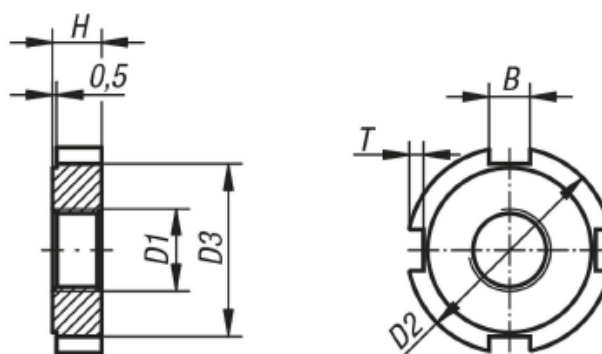
#### Versión:

Forma W = bruñida,  
forma H = endurecida y superficies planas pulidas.

#### Indicación:

La forma H está templada por cementación, a excepción de la rosca. Las dos superficies planas están pulidas.

### Planos



### Nuestros productos

Referencia Forma W	Referencia Forma H	D1	D2	D3	H	B	T
07590-110	07590-210	M10x1	25	20	6	5	2
07590-112	07590-212	M12x1,5	28	23	6	5	2
07590-114	07590-214	M14x1,5	30	25	7	5	2
07590-116	07590-216	M16x1,5	32	27	7	5	2
07590-118	07590-218	M18x1,5	34	28	8	6	2,5
07590-120	07590-220	M20x1,5	36	30	8	6	2,5
07590-122	07590-222	M22x1,5	40	34	9	6	2,5
07590-124	07590-224	M24x1,5	42	36	9	6	2,5
07590-126	07590-226	M26x1,5	45	38	10	7	3
07590-128	07590-228	M28x1,5	50	43	10	7	3
07590-130	07590-230	M30x1,5	50	43	10	7	3
07590-132	07590-232	M32x1,5	52	45	11	7	3
07590-135	07590-235	M35x1,5	55	48	11	7	3
07590-138	07590-238	M38x1,5	58	50	11	8	3,5
07590-140	07590-240	M40x1,5	62	54	12	8	3,5
07590-142	07590-242	M42x1,5	62	54	12	8	3,5

DIN 1804-M8x1-W	M8x1	20	16	4	5	16	DIN 1810-A16-20
DIN 1804-M8x1-H	M8x1	20	16	4	5	10	DIN 1810-A16-20
DIN 1804-M10x1-W	M10x1	25	20	5	6	17	DIN 1810-A25-28
DIN 1804-M10x1-H	M10x1	25	20	5	6	17	DIN 1810-A25-28
DIN 1804-M12x1.5-W	M12x1.5	28	23	6	6	20	DIN 1810-A25-28
DIN 1804-M12x1.5-H	M12x1.5	28	23	6	6	20	DIN 1810-A25-28
DIN 1804-M14x1.5-W	M14x1.5	30	25	5	7	28	DIN 1810-A30-32
DIN 1804-M14x1.5-H	M14x1.5	30	25	5	7	28	DIN 1810-A30-32
DIN 1804-M16x1.5-W	M16x1.5	32	27	5	7	30	DIN 1810-A30-32
DIN 1804-M16x1.5-H	M16x1.5	32	27	5	7	30	DIN 1810-A30-32
DIN 1804-M18x1.5-W	M18x1.5	34	28	6	8	30	DIN 1810-A34-36
DIN 1804-M18x1.5-H	M18x1.5	34	28	6	8	30	DIN 1810-A34-36
DIN 1804-M20x1.5-W	M20x1.5	36	30	6	8	38	DIN 1810-A34-36
DIN 1804-M20x1.5-H	M20x1.5	36	30	6	8	40	DIN 1810-A34-36
DIN 1804-M22x1.5-W	M22x1.5	40	34	6	9	56	DIN 1810-A40-42
DIN 1804-M22x1.5-H	M22x1.5	40	34	6	9	56	DIN 1810-A40-42
DIN 1804-M24x1.5-W	M24x1.5	42	36	6	9	60	DIN 1810-A40-42
DIN 1804-M24x1.5-H	M24x1.5	42	36	6	9	60	DIN 1810-A40-42
DIN 1804-M26x1.5-W	M26x1.5	45	38	7	10	75	DIN 1810-A45-50
DIN 1804-M26x1.5-H	M26x1.5	45	38	7	10	75	DIN 1810-A45-50
DIN 1804-M28x1.5-W	M28x1.5	50	43	7	10	95	DIN 1810-A45-50
DIN 1804-M28x1.5-H	M28x1.5	50	43	7	10	95	DIN 1810-A45-50
DIN 1804-M30x1.5-W	M30x1.5	50	43	7	10	90	DIN 1810-A45-50
DIN 1804-M30x1.5-H	M30x1.5	50	43	7	10	90	DIN 1810-A45-50
DIN 1804-M32x1.5-H	M32x1.5	52	45	7	11	103	DIN 1810-A52-55
DIN 1804-M32x1.5-W	M32x1.5	52	45	7	11	100	DIN 1810-A52-55
DIN 1804-M35x1.5-W	M35x1.5	55	48	7	11	110	DIN 1810-A52-55
DIN 1804-M35x1.5-H	M35x1.5	55	48	7	11	113	DIN 1810-A52-55
DIN 1804-M38x1.5-W	M38x1.5	58	50	8	11	120	DIN 1810-A58-62
DIN 1804-M38x1.5-H	M38x1.5	58	50	8	11	120	DIN 1810-A58-62
DIN 1804-M40x1.5-W	M40x1.5	62	54	8	12	140	DIN 1810-A58-62
DIN 1804-M40x1.5-H	M40x1.5	62	54	8	12	140	DIN 1810-A58-62
DIN 1804-M42x1.5-W	M42x1.5	62	54	8	12	155	DIN 1810-A58-62
DIN 1804-M42x1.5-H	M42x1.5	62	54	8	12	155	DIN 1810-A58-62
DIN 1804-M45x1.5-W	M45x1.5	68	60	8	12	175	DIN 1810-A68-75
DIN 1804-M45x1.5-H	M45x1.5	68	60	8	12	175	DIN 1810-A68-75
DIN 1804-M48x1.5-W	M48x1.5	75	67	8	13	240	DIN 1810-A68-75
DIN 1804-M48x1.5-H	M48x1.5	75	67	8	13	240	DIN 1810-A68-75
DIN 1804-M50x1.5-W	M50x1.5	75	67	8	13	230	DIN 1810-A68-75
DIN 1804-M50x1.5-H	M50x1.5	75	67	8	13	230	DIN 1810-A68-75
DIN 1804-M52x1.5-W	M52x1.5	80	70	10	13	240	DIN 1810-A80-90
DIN 1804-M52x1.5-H	M52x1.5	80	70	10	13	240	DIN 1810-A80-90
DIN 1804-M55x1.5-W	M55x1.5	80	70	10	13	240	DIN 1810-A80-90
DIN 1804-M55x1.5-H	M55x1.5	80	70	10	13	270	DIN 1810-A80-90
DIN 1804-M58x1.5-W	M58x1.5	90	80	10	13	345	DIN 1810-A80-90

DIN 1804-M58x1.5-H	M58x1.5	90	80	10	13	345	DIN 1810-A80-90
DIN 1804-M60x1.5-W	M60x1.5	90	80	10	13	330	DIN 1810-A80-90
DIN 1804-M60x1.5-H	M 60x1.5	90	80	10	13	350	DIN 1810-A80-90



STANDARD MACHINE ELEMENTS WORLDWIDE

Ref. catàleg	M x L
13040105	M 8x100
13040106	M 10x8
13040107	M 10x10
13040108	M 10x12
13040109	M 10x14
13040110	M 10x16
13040111	M 10x20
13040112	M 10x25
13040113	M 10x30
13040114	M 10x35
13040115	M 10x40
13040116	M 10x100

Ref. catàleg	M x L
13040117	M 12x10
13040118	M 12x12
13040119	M 12x14
13040120	M 12x16
13040121	M 12x20
13040122	M 12x25
13040123	M 12x30
13040124	M 12x35
13040125	M 12x40
13040126	M 12x45
13040127	M 12x50
13040128	M 12x55

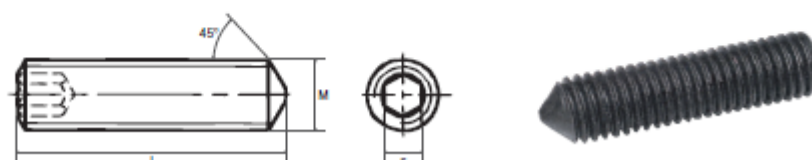
Ref. catàleg	M x L
13040129	M 12x80
13040130	M 12x100
13040131	M 14x12
13040132	M 14x90
13040133	M 16x12
13040134	M 16x16
13040135	M 16x20
13040136	M 16x25
13040137	M 16x30
13040138	M 16x35
13040139	M 16x100
13040140	M 18x20

Ref. catàleg	M x L
13040141	M 18x100
13040142	M 20x20
13040143	M 20x40
13040144	M 20x100
13040145	M 22x25
13040146	M 22x100
13040147	M 24x25
13040148	M 24x30
13040149	M 24x100

Consultar para otras medidas

## DIN 914

TORNILLO SIN CABEZA CON HUECO HEXAGONAL. EXTREMO CÓNICO



ISO: 4027 / UNI: 5927.

CLASE DE RESISTENCIA: 45H. Rosca Métrica ISO.

M. nom. d	M.2	M.2,5	M.3	M.4	M.5	M.6	M.8	M.10	M.12	M.14	M.16	M.20	M.24
s	0,9	1,3	1,5	2	2,5	3	4	5	6	6	8	10	12
l	(3÷10)	(3÷12)	(3÷30)	(4÷40)	(5÷50)	(6÷60)	(8÷100)	(10÷100)	(12÷100)	(16÷100)	(16÷100)	(20÷100)	(25÷100)

Ref. catàleg	M x L
13040150	M 2x3
13040151	M 2x6
13040152	M 2x10
13040153	M 2,5x3
13040154	M 2,5x4
13040155	M 2,5x5
13040156	M 2,5x6
13040157	M 2,5x12
13040158	M 3x3
13040159	M 3x4
13040160	M 3x5
13040161	M 3x6
13040162	M 3x8
13040163	M 3x10
13040164	M 3x30
13040165	M 4x4
13040166	M 4x5
13040167	M 4x6
13040168	M 4x8
13040169	M 4x10
13040170	M 4x12
13040171	M 4x16
13040172	M 4x20
13040173	M 4x40

Ref. catàleg	M x L
13040174	M 5x5
13040175	M 5x6
13040176	M 5x8
13040177	M 5x10
13040178	M 5x12
13040179	M 5x16
13040180	M 5x20
13040181	M 5x50
13040182	M 6x6
13040183	M 6x8
13040184	M 6x10
13040185	M 6x12
13040186	M 6x16
13040187	M 6x20
13040188	M 6x25
13040189	M 6x30
13040190	M 6x35
13040191	M 6x60
13040192	M 8x8
13040193	M 8x10
13040194	M 8x12
13040195	M 8x16
13040196	M 8x20
13040197	M 8x25


Ref. catàleg	M x L
13040198	M 8x30
13040199	M 8x35
13040200	M 8x40
13040201	M 8x100
13040202	M 10x10
13040203	M 10x12
13040204	M 10x16
13040205	M 10x20
13040206	M 10x25
13040207	M 10x30
13040208	M 10x35
13040209	M 10x40
13040210	M 10x45
13040211	M 10x50
13040212	M 10x100
13040213	M 12x12
13040214	M 12x16
13040215	M 12x20
13040216	M 12x100
13040217	M 14x16
13040218	M 14x20
13040219	M 14x50
13040220	M 14x100
13040221	M 16x16

Ref. catàleg	M x L
13040222	M 16x20
13040223	M 16x30
13040224	M 16x40
13040225	M 16x50
13040226	M 16x100
13040227	M 20x20
13040228	M 20x30
13040229	M 20x35
13040230	M 20x40
13040231	M 20x80
13040232	M 20x100
13040233	M 24x25
13040234	M 24x30
13040235	M 24x35
13040236	M 24x40
13040237	M 24x80
13040238	M 24x100

Consultar para otras medidas



## Anexo D – Presupuestos Proveedores



ADVANCED LINEAR SOLUTIONS

Alt de Gironella, 36-38 baixos, E-08017 Barcelona, Spain

T: +34 93 205 84 47  
E: info.es@hepcotion.com  
W: www.hepcotion.com/es

<b>Número presupuesto</b>	QES010650						
<b>Nombre proyecto</b>	PATINES DE BOLAS SEAT - HLG						
<b>Para</b>	SEAT-VOLKSWAGEN, S.A.						
<b>Email:</b>	jose-ignacio.dominguez@seat.es						
<b>A la atención de</b>	Jose Ignacio Domínguez	<b>Tel:</b>	93 773 14 12				
<b>De</b>	Alicia Garriga Rosenqvist	<b>Area:</b>	ES-AQS				
<b>Fecha:</b>	09/04/2018	<b>Ingeniero Comercial:</b>	Alberto Quevedo				

Gracias por su consulta. Según la información facilitada, nos complace adjuntarle el siguiente presupuesto, que estará sujeto a una especificación final.

Pieza	Cantidad	Descripción	Número de pieza	Precio unidad	Dto.	Precio neto	Total neto
A	4.00	BLOQUE ESTANDAR SIN BRIDA	HLG55RLZ1	266,86€	40,00%	160,12€	640,46€
B	4.00	GUIA DE 400 MM	HLG55L400	131,87€	40,00%	79,12€	316,49€
<b>Total neto (EUR)</b>						<b>956,95€</b>	

<b>Condiciones de pago</b>	60 días, f.f.
<b>Portes y Embalaje</b>	80,00€
<b>Plazo de envío</b>	Aproximadamente 1 semana, más transporte desde Inglaterra 3-4 días hábiles. A confirmar por Producción.
<b>Comentarios</b>	

**Notas**

- Los precios no incluyen IVA.
- Las fechas de envío indicadas están sujetas a cambios, siendo fechas estimadas a la hora de realizar la oferta. Para evitar retrasos, se recomienda cursar los pedidos a la mayor brevedad posible y ciertamente dentro del plazo de validez de 30 días del presupuesto. Pasados los 30 días las fechas de envío tendrán que ser reexaminadas, basadas en los niveles de stock y capacidad de fabricación actualizada. Haremos todos los esfuerzos posibles para mantener la fecha de envío original.
- Los planos deberán ser aprobados por el cliente antes de comenzar con el proceso de fabricación. Tengan en cuenta que las fechas de envío se pueden retrasar si no recibimos su pronta aprobación.
- Los precios ofertados pueden estar sujetos a cambios si no se solicita la cantidad mencionada en la oferta.
- Si no se especifica lo contrario, este presupuesto tiene una validez de 30 días desde la fecha indicada en el mismo.
- Todos los pedidos se aceptarán bajo los Términos y Condiciones de Venta de Hepco (copias disponibles previa petición).
- Condiciones de Pago son 30 días previa aprobación de crédito de la venta. En caso contrario se solicitará el pago.



Tecnopower Transmisión y Movimiento Lineal, S.L.U.  
 Polígono Industrial Moli dels Frares, calle C nº 10  
 08620 Sant Vicenç dels Horts - Barcelona  
 Teléfono: 936568050 - Fax : 936568026  
 E-Mail : tp@tecnopower.es - Web: www.tecnopower.es

# OFERTA

Nº de registro	Fecha	Ciente Nº
1804552	09/04/2018	C006030

SEAT. S.A. SDAD. UNIPERSONAL - PROV. 25795  
 AP. CORREOS 740 - CUENTAS CORRIENTES  
 08080 BARCELONA  
 BARCELONA  
 NIF: ESA28049161

Telf: 937 744 133 Fax: 937 744 308

A la Atención :	De : Nacho Merino	Página 1
-----------------	-------------------	----------

A continuación les indicamos nuestro mejor precio y plazo de entrega, para el suministro del siguiente material:

Pos.	Código/Descripción	Cantidad	Precio/uni	Dto.	Importe	F. Entrega
1	RGH65CAZA PATIN HIWIN RGH65CA Prec.H - Precar.ZA	8,00 Un	316,68	30,00%	1.773,41	
2	RGR65R1270H GUIA RODILLOS RGR65R L=440mm Precisión H COTA E = 32,50mm	8,00 Un	611,74	30,00%	3.425,74	
Total Oferta:					5.199,15	

MATERIAL EN STOCK

## CONDICIONES DE VENTA

PORTES Y EMBALAJES A SU CARGO  
 Forma de Pago: TRANSFERENCIA CLIENTES  
 60 días  
 Validez de la Oferta: 30 días  
 Delegado: 1-ARNAU URIACH

( IVA NO INCLUIDO )

Suma Importes

5.199,15

EUR

Estamos a su disposición, para cualquier duda o aclaración que pueda precisar  
 Atentamente,

Transmisión Mecánica

Técnica Lineal

www.tecnopower.es

wondershare

Tecnopower Transmisión y Movimiento Lineal, S.L.U. R. M. Barcelona Folio 0046, tomo 41.020. Hija 30/088, Fecha 11-11-2000 CIF: B85212086







Tecnopower Transmisión y Movimiento Lineal, S.L.U.  
Polígono Industrial Moll dels Frares, calle C nº 10  
08620 Sant Vicenç dels Horts - Barcelona  
Teléfono: 936568050 - Fax : 936568026  
E-Mail : tp@tecnopower.es - Web: www.tecnopower.es

## OFERTA

Nº de registro	Fecha	Ciente Nº
1804552	09/04/2018	C006030

SEAT. S.A. SDAD. UNIPERSONAL - PROV. 25795  
AP. CORREOS 740 - CUENTAS CORRIENTES  
08080 BARCELONA  
BARCELONA  
NIF: ESA28049161

Telf: 937 744 133 Fax: 937 744 308

A la Atención :

De : Nacho Merino

Página 1

A continuación les indicamos nuestro mejor precio y plazo de entrega, para el suministro del siguiente material:

Pos.	Código/Descripción	Cantidad	Precio/unl	Dto.	Importe	F. Entrega
1	HGH55HAH PATIN HIWIN HGH55HA Prec.H - Precar.Z0	8,00	Un	231,25	30,00%	1.295,00
2	HGR55R0780H GUIA BOLAS HGR55R L=440mm Precisión H COTA E = 40,00mm	8,00	Un	236,28	30,00%	1.323,17
Total Oferta:					2.618,17	
MATERIAL EN STOCK						
CONDICIONES DE VENTA		( IVA NO INCLUIDO )			Suma Importes	
PORTES Y EMBALAJES A SU CARGO					2.618,17	
Forma de Pago: TRANSFERENCIA CLIENTES					EUR	
60 días						
Validez de la Oferta: 30 días						
Delegado: 1-ARNAU URIACH						

Tecnopower Transmisión y Movimiento Lineal, S.L.U. R. M. Barcelona Poble Nou, 41. 08040, Poble Nou 301000, Poble 11-11-2000 CIF: B05212006

Estamos a su disposición, para cualquier duda o aclaración que pueda precisar  
Atentamente,

Transmisión Mecánica

Técnica Lineal

www.tecnopower.es



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH  
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

## Anexo E – Manuales de Usuario



**AIR LIFT**  
**PERFORMANCE**

### Kit 75576

Volkswagen  
MKV & MKVI Platform  
**Front Application**  
*(for vehicles with 55mm lower strut diameter)*

MN-968 • (031603) • ECR 8222

### INSTALLATION GUIDE

For maximum effectiveness and safety,  
please read these instructions completely  
before proceeding with installation.

*Failure to read these instructions can result in an  
incorrect installation.*

wondershare

## TABLE OF CONTENTS

<b>Introduction</b> .....	<b>2</b>
Notation Explanation .....	2
<b>Important Safety Notices</b> .....	<b>2</b>
<b>Installation Diagram</b> .....	<b>3</b>
Hardware List .....	3
Tools List .....	3
<b>Installing the Air Suspension</b> .....	<b>4</b>
Preparing the Vehicle .....	4
Removal of Stock Suspension .....	4
Installing the Kit Components .....	6
Routing Air Lines .....	6
<b>Before Operating</b> .....	<b>7</b>
Setting the Ride Height .....	7
Torque Specifications .....	7
Suggested Driving Air Pressure and Maximum Air Pressure .....	7
Check for Binding .....	8
Damping Adjustment .....	8
Aligning the Vehicle .....	8
Use Lower Mount to Adjust Extended or Drop Height .....	9
Installation Checklist .....	10
Post-installation Checklist .....	10
<b>Use, Maintenance and Servicing</b> .....	<b>11</b>
Tuning the Air Pressure .....	11
<b>Troubleshooting Guide</b> .....	<b>12</b>
Tips for Installing Air Lines .....	13
Checking for Leaks .....	13
Fixing Leaks .....	13
<b>Limited Warranty and Return Policy</b> .....	<b>17</b>
<b>Replacement Part Information</b> .....	<b>17</b>
<b>Contact Information</b> .....	<b>17</b>

wondershare

## Introduction

Air Lift Performance thanks you for purchasing the most complete, fully engineered high-performance air suspension made for the Volkswagen MKV & MKVI. Read these installation instructions to correctly and safely set up the vehicle for a #lifeonair.

Air Lift assumes that the installer has the mechanical knowledge and ability to work on vehicle suspension systems and has basic tools necessary to complete the project. Special tools needed to complete the installation are noted on the Installation Diagram page.

Air Lift reserves the right to make changes and improvements to its products and publications at any time. For the latest version of this manual, contact Air Lift Performance at (800) 248-0892 or visit [www.airliftperformance.com](http://www.airliftperformance.com).

An Air Lift Performance air management system is highly recommended for this product. Learn more at [air-lift.co/productlines](http://air-lift.co/productlines).

### NOTATION EXPLANATION

Hazard notations appear in various locations in this publication. Information which is highlighted by one of these notations must be observed to help minimize risk of personal injury or possible improper installation which may render the vehicle unsafe. Notes are used to help emphasize areas of procedural importance and provide helpful suggestions. The following definitions explain the use of these notations as they appear throughout this guide.

#### DANGER

INDICATES IMMEDIATE HAZARDS WHICH WILL RESULT IN SEVERE PERSONAL INJURY OR DEATH.

#### WARNING

INDICATES HAZARDS OR UNSAFE PRACTICES WHICH COULD RESULT IN SEVERE PERSONAL INJURY OR DEATH.

#### CAUTION

INDICATES HAZARDS OR UNSAFE PRACTICES WHICH COULD RESULT IN DAMAGE TO THE MACHINE OR MINOR PERSONAL INJURY.

#### NOTE

*Indicates a procedure, practice or hint which is important to highlight.*

## Important Safety Notices

#### WARNING

DO NOT INFLATE AIR SPRINGS WHILE OFF OF THE VEHICLE. DAMAGE TO ASSEMBLY MAY RESULT AND VOID WARRANTY.

#### CAUTION

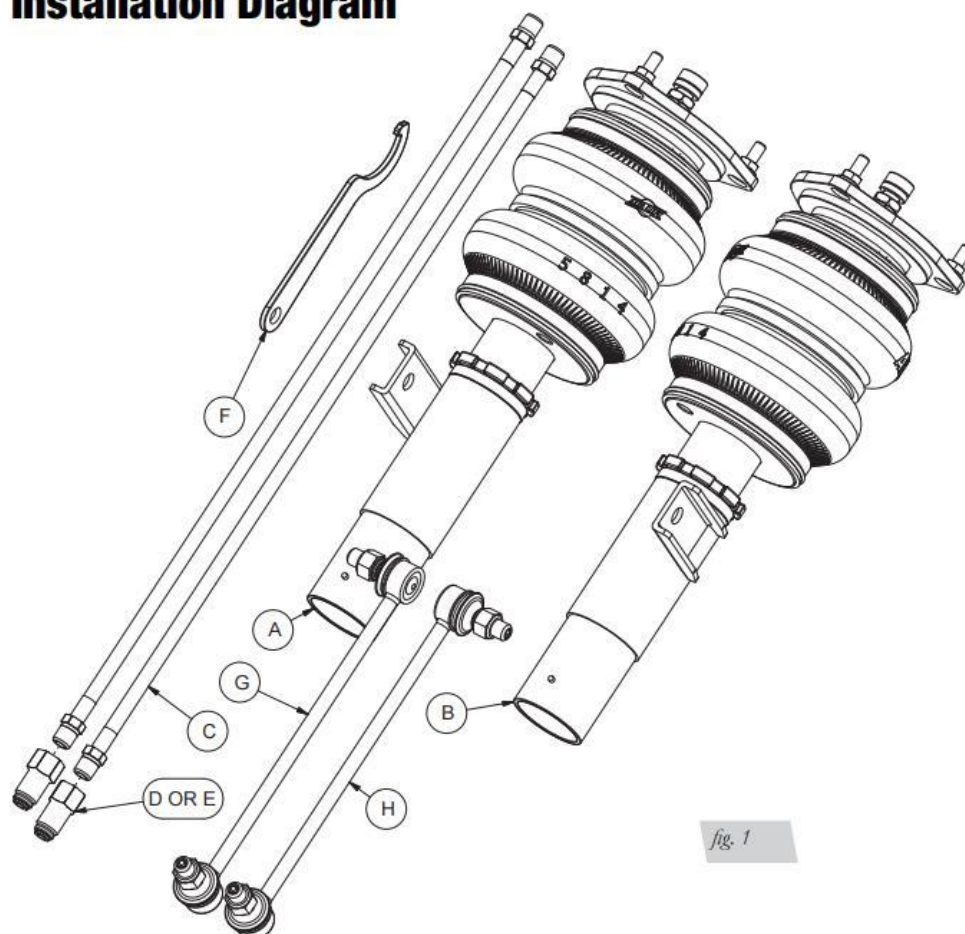
DO NOT WELD TO OR MODIFY PERFORMANCE STRUTS/SHOCKS IN ANY WAY. DAMAGE TO UNIT MAY OCCUR AND WILL VOID WARRANTY.



Air Lift Performance

AIR LIFT  
PERFORMANCE

## Installation Diagram



### TOOLS LIST

**Description**  
 Jack  
 Jack stands or hoist  
 Torque wrench  
 Metric Wrenches  
 Standard Wrenches  
 VW Spreader 3424

### HARDWARE LIST

Item	Part #	Description .....	Qty
A	35234	Strut assembly, MKV/VI Front (55mm) R.....	1
B	35235	Strut assembly, MKV/VI Front (55mm) L.....	1
C	20997	Leader Hose, 1/4" ID.....	2
D	21987	Union, 1/4"FNPT X 3/8" PTC, DOT.....	2
E	21810	Union, 1/4"FNPT X 1/4" PTC, DOT.....	2
F		Collar Wrench.....	1
G		End Link - 260mm RIGHT.....	1
H		End Link - 260mm LEFT.....	1



Missing or damaged parts? Call Air Lift customer service at (800) 248-0892 for a replacement part.

MN-868

wondershare 3



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
 BARCELONATECH  
 Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

## Installing the Air Suspension

### **⚠ DANGER**

THIS APPLICATION IS DESIGNED FOR PREVIOUSLY MODIFIED VEHICLES WHERE THE FRAME HAS BEEN NOTCHED FOR AXLE CLEARANCE. AIR LIFT COMPANY DOES NOT RECOMMEND FRAME MODIFICATION AND ANY MODIFICATIONS PREVIOUSLY DONE ARE AT THE OWNER'S RISK. AIR LIFT COMPANY IS NOT LIABLE FOR VEHICLE

### PREPARING THE VEHICLE

1. Elevate the vehicle and support the body with a hoist or jack stands.
2. Remove the front wheels.

### NOTE

*If the vehicle is equipped with Automatic Headlight Vertical Aim Control, detach the unit from the lower control arm (Fig. 2 - part 1) to prevent overextension.*

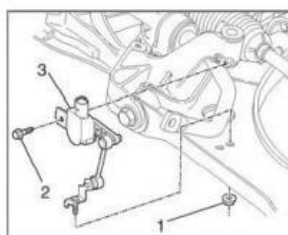


fig. 2

### REMOVAL OF STOCK SUSPENSION

1. Unbolt the sway bar from the tab (Fig. 3). For sway bar removal instructions see factory repair manual.
2. Unthread and remove the axle bolt from the hub assembly (Fig. 3a).



fig. 3



fig. 3a

3. Remove the three lower nuts from the lower ball joint and control arm (Fig. 4). Detach the ball joint and hub assembly from the control arm.



fig. 4

## Air Lift Performance

**AIRLIFT**  
PERFORMANCE

4. Pull drive axle out of the hub assembly and secure the axle to the body with wire.

### CAUTION

TO PREVENT DAMAGE TO THE INNER AXLE JOINT, DO NOT ALLOW THE AXLE TO HANG FREE.

5. Reattach the lower ball joint to the lower control arm.
6. Support the hub assembly.
7. Remove the bolt at the back of the hub assembly to the strut.
8. Spread the hub assembly slot and push down on the hub to release the strut from its lower mount (Fig. 5). Volkswagen specific tool is spreader 3424.

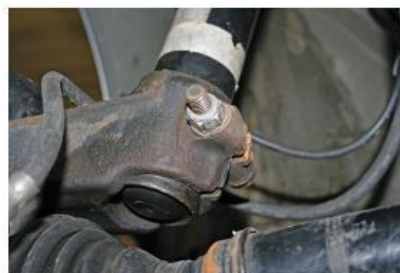


fig. 5

9. Pull weather-stripping away from the plenum chamber cover within the engine bay and pull the cover up. Removing the wiper arms and completely removing the cover will gain more access.
10. Remove the three bolts from the upper strut mount (Fig. 6) and remove the strut assembly from the vehicle.



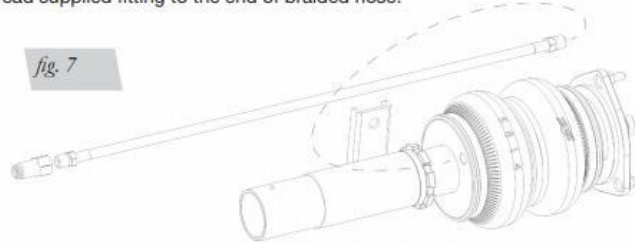
fig. 6

MN-868

  
wondershare <sup>5</sup>

## INSTALLING THE KIT COMPONENTS

1. Prior to installing the strut, attach the braided line provided to the threaded port at the bottom of the air spring (Fig. 7). Seal with Teflon tape or thread sealant. Seal and thread supplied fitting to the end of braided hose.



2. Insert strut into the hub assembly. Reinstall the lower mounting bolt and torque to 70 Nm (52 lb.-ft.).
3. Lift assembly into strut pocket and align upper mounting bolts with three holes. Using the supplied nuts and washers, tighten the upper mount to 37 Nm (27 lb.-ft.).
4. Remove the lower ball joint bolts again and separate the control arm from the joint. Reinsert the axle.
5. Reinstall the ball joint nuts and torque to 60 Nm (44 lb.-ft.).
6. Torque the hex head drive axle to 200 NM (148 lb.-ft.). If the bolt is a 12 point, torque to 70 NM (52 lb.-ft.).
7. Reinstall the plenum chamber cover and wiper arms if previously removed.

## ROUTING THE AIR LINES

1. Fully compress the suspension using a jack. With the suspension compressed, review the best routing for the leader hose that is clear of all suspension and steering components.
2. Routing should allow for the suspension to extend and steer without kinking, pulling the line tight or rubbing on other components. Following the brake line routing is often a good place to start. Check clearances to all other components.



## Air Lift Performance

**AIR LIFT**  
PERFORMANCE

# Before Operating

## SETTING THE RIDE HEIGHT

1. With the suspension fully compressed, take a measurement from the fender to a chosen reference point – typically the center of the axle. Record this measurement as max compression (MC).
2. Cycle the suspension to max extension (ME) and record the measurement from the fender to the same reference point.
3. Add ME and MC, then divide the total by 2. Set the suspension to this point. This position will give 50% stroke in either direction and is a starting point for ride height (Fig. 8).

Formula for Calculating Ride Height

$$(ME+MC) \div 2 = \text{MID STROKE}$$

fig. 8

4. With the suspension at this position, loosen, then re-torque all suspension bushing pivot joint fasteners to the manufacturer's specifications (Table 1):

Torque Specifications		
Location	Nm	Lb.-ft.
Strut Lower Mount Pinch Bolt	70	52
Strut Upper Mount Nuts	37	27
Ball Joint Nuts	60	44
Hex Head Drive Axle Bolt	200	148
12 Point Drive Axle Bolt	70	52

Table 1

Suggested Driving Air Pressure	Maximum Air Pressure
45 PSI	125 PSI
FAILURE TO MAINTAIN ADEQUATE MINIMUM PRESSURE (OR PRESSURE PROPORTIONAL TO LOAD) MAY RESULT IN EXCESSIVE BOTTOMING OUT AND <b>WILL VOID THE WARRANTY.</b>	

Table 2

MN-868

wondershare 7

## CHECK FOR BINDING

1. Inflate and deflate the system (do not exceed 125 PSI) to check for clearance or binding issues. With the air springs deflated, check clearances on everything so as not to pinch brake lines, vent tubes, etc. Clear lines if necessary.
2. Inflate the air springs to 75-90 PSI and check all connections for leaks.

### CAUTION

MAKE SURE THE FRONT WHEELS ARE STRAIGHT WHEN DEFLATING AND REINFLATING AIR BAGS.

## DAMPING ADJUSTMENT

Suspension damping is a matter of compromise. Setting it too stiff will make the ride feel jarring. In addition, if the suspension is too stiff, the tires will lose contact with the road, reducing control and power delivery. On the other hand, if the suspension is too soft, the car can experience brake dive and excessive bouncing. The sweet spot lies somewhere in the middle. Air Lift dampers have a range of adjustment, which allows the driver to tune the ride and handling to his or her preferences.

Air Lift recommends damper and air pressure settings for every vehicle kit, but it is impossible to consider every situation. For example, even though Air Lift kits replace the dampers and springs, vehicles with sport-tuned suspensions might have stiffer bushings, larger anti-roll bars, bigger wheels, wider tires, etc. These settings may need to be adjusted to different vehicles and driving characteristics.

1. The dampers in this kit have 30 settings, or "clicks," of adjustable compression and rebound damping characteristics. Damping is changed through the damper rod using the supplied adjuster (Figs. 9 & 10) or an 3mm hex key (not included).
2. Turn the adjuster clockwise (H) and the damping settings are hardened, reducing oscillations and body motion. Turn the adjuster counterclockwise (S) and the damping is softened.
3. Each damper in this kit is preset to "-15 clicks." This means that the damper is adjusted 15 clicks away from full stiff, which starts at 0. Counting up from full stiff is the preferred method of keeping track of, or setting, damping. This setting was developed on a 2008 Volkswagen Jetta.



fig. 9



fig. 10

## ALIGNING THE VEHICLE

1. Set the vehicle to the height at which it will most often be driven.
2. If the ride height is lower than stock, Air Lift Performance recommends loosening all pivot points (bolts, nuts) on any control arm, strut arm or radius rod that contains bushings. Once they have been loosened, re-torque to stock specifications (Table 1).

### NOTE

*It may be necessary to cycle the suspension to loosen the bushing from its mount. This will help re-orient the bushing at its new position based on the chosen ride height.*

3. Get a shop alignment of the vehicle at the new chosen ride height.

## Air Lift Performance

**AIRLIFT**  
PERFORMANCE

### USE LOWER MOUNT TO ADJUST EXTENDED OR DROP HEIGHT

These dampers have been pre-set at the factory to provide maximum drop height while maintaining adequate tire clearance to the air spring. If you wish to gain more extended height (lift), which is the same as reducing drop height, or want to lower the chassis further and there is still adjustment available at the lower mount, please use the following procedure:

1. Support the vehicle with jack stands or a hoist at approved lifting points.
2. Remove the wheel.
3. Using the supplied spanner wrench, loosen the locking collar (Fig. 11).
4. Deflate the air spring to 0 PSI on the corner you are adjusting.
5. Disconnect lower mount from suspension.
6. Spin the lower mount to the desired level.

#### NOTE

*Not all vehicles will have further drop height available.*

7. Re-install lower mount to suspension and torque fasteners.
8. Tighten the lower locking collar to the lower mount using significant force.

The dampers in this kit may look different, but they all allow adjustment of the locking collar with the included spanner wrench.

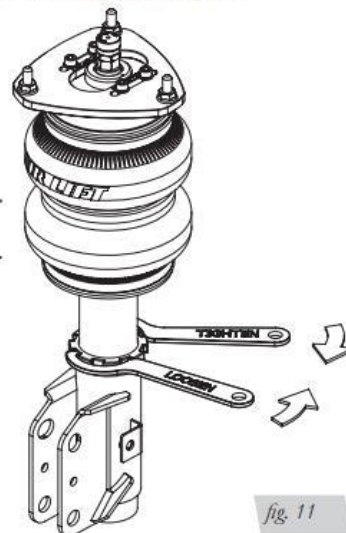


fig. 11

#### CAUTION

WHEN ADJUSTING HEIGHT UPWARD, MAKE SURE THAT THE DAMPER BODY ENGAGES ALL THE THREADS OF THE LOWER MOUNT (FIG. 12). WHEN ADJUSTING DOWNWARD, MAKE SURE THERE IS ADEQUATE AIR SPRING CLEARANCE TO THE TIRE/WHEEL ASSEMBLY. CLEARANCE MUST BE CHECKED WITH THE SYSTEM FULLY DEFLATED AS WELL AS FULLY INFLATED TO ENSURE THAT NO RUBBING OCCURS. FAILURE TO MAINTAIN ADEQUATE CLEARANCE CAN RESULT IN AIR SPRING FAILURE AND WILL NOT BE COVERED UNDER WARRANTY.

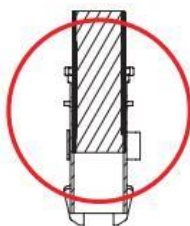
#### CAUTION

DO NOT ADJUST HEIGHT BY SPINNING AIR SPRING ON DAMPER! DOING SO MAY CAUSE AN AIR LEAK AND COMPROMISE THE ASSEMBLY.

#### FOR STRUTS:

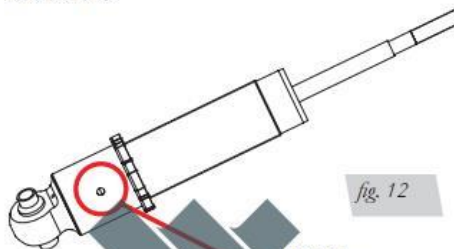


OK, no threads showing.



Not OK, threads are showing.

#### FOR SHOCKS:



Thread MUST be showing in window.

fig. 12

MN-868

wondershare 9





## Air Lift Performance

### INSTALLATION CHECKLIST

- ☐ **Clearance** — Inflate the air springs to 75-90 PSI and make sure there is at least 1/2" clearance from anything that might rub against the air spring. This should be checked with the air spring fully inflated and fully deflated.
- ☐ **Leak** — Inflate the air springs to 75-90 PSI and check all connections for leaks. All leaks must be eliminated before the vehicle is road tested.
- ☐ **Heat** — Be sure there is sufficient clearance from heat sources, at least 6" for air springs and air lines. If a heat shield was included in the kit, install it. If there is no heat shield, but one is required, call Air Lift customer service at (800) 248-0892.
- ☐ **Fastener** — Recheck all bolts for proper torque.
- ☐ **Road** — Inflate the springs to recommended driving pressures. Drive the vehicle 10 miles and recheck for clearance, loose fasteners and air leaks.
- ☐ **Operating instructions** — If professionally installed, the installer should review the operating instructions with the owner. Be sure to provide the owner with all paperwork that came with the kit.

### POST-INSTALLATION CHECKLIST

- ☐ **Overnight leak down test** — Recheck air pressure 24 hours after installation and driving of the vehicle. If the pressure has dropped more than 5 PSI, there is a leak that must be fixed.
- ☐ **Air pressure requirements** — It is important to understand the air pressure requirements of the air spring system. Regardless of load, the air pressure should always be adjusted to maintain adequate ride height at all times while driving.
- ☐ **Thirty-day or 500-mile test** — Recheck the air spring system after 30 days or 500 miles, whichever comes first. If any part shows signs of rubbing or abrasion, the source should be identified and moved, if possible. If it is not possible to relocate the cause of the abrasion, the air spring may need to be remounted. If professionally installed, the installer should be consulted. Check all fasteners for tightness.

## Air Lift Performance



# Use, Maintenance and Servicing

1. An Air Lift air management system is strongly recommended for this product, but it is possible to operate without one. The air lines can be routed to Schrader valves for use with a separate air compressor. Air lines and Schrader valves are not included with Air Lift Performance kits and would need to be purchased separately. To learn more about Air Lift management systems visit [air-lift.co/productlines](http://air-lift.co/productlines).
2. Check the air pressure before driving.

### WARNING

BEFORE SERVICING THE VEHICLE, MAKE SURE TO TURN OFF "RISE ON START" AND "PRESET MAINTAIN." THIS WILL ELIMINATE ANY UNINTENDED SUSPENSION CYCLING IF YOU NEED TO TURN THE KEY ON IN THE VEHICLE FOR ANY REASON.

## TUNING THE AIR PRESSURE.

Pressure determination comes down to three things — level vehicle, ride comfort and stability.

### 1. Level vehicle

Depending on load, it is possible one side will need more pressure than the other to level the vehicle.

### 2. Ride comfort

If the vehicle has a harsh ride, it may be due to either too much pressure or not enough causing frequent bottoming. Also, riding the vehicle at the top, or close to the top of the available stroke will cause an uncomfortable ride due to a lack of rebound travel. This situation should be avoided for driving any significant distance. Try different pressures to determine the best ride comfort. See the Air Lift suggested driving air pressure for this vehicle (Table 2).

### 3. Stability

Stability translates into safety and should be the priority, meaning the driver may need to sacrifice a perfectly level and comfortable ride. Stability issues include roll control, bounce, dive during braking and sponginess. Tuning out these problems usually requires additional air pressure, damping or both.

MN-868



## Troubleshooting Guide

PROBLEM	CAUSE	SOLUTION
Air spring won't maintain pressure.	Leak at fitting, air line not cut properly or damage to air line during installation.	Find location of leak by spraying listed components with soapy water solution and look for bubbles. Tighten air fitting, re-cut air line or replace damaged components.
	Leak at lower O-ring on damper if air spring is over the damper.	Spray bottom of air spring with soapy water solution and look for bubbles. Contact Air Lift customer service at (800) 248-0892 to determine if component should be replaced.
Knocking noise when hitting bumps.	Loose suspension component such as locking collar on damper.	Tighten lower locking collar with significant force, check and tighten suspension components to factory specs at desired ride height.
	Driving vehicle too close to maximum extension.	Check current ride height and compare to maximum height. If there is less than 1" (25mm) difference, reduce air pressure to lower ride height.
		Lengthen strut or shock to increase available up travel.
Suspension bottoms out.	Air pressure is too low, causing air springs to bottom out.	Raise air pressure.
The ride is too bouncy.	Air pressure is too high, causing air springs to be too stiff.	Lower air pressure and adjust damper length if necessary to achieve proper ride height.
	Damping is inadequate.	Increase damping with adjusters.
The ride is too soft or floaty.	Damping is inadequate.	Increase damping with adjusters.
The ride is too harsh.	Excessive damping.	Reduce damping with adjusters.

## Air Lift Performance

**AIR LIFT**  
PERFORMANCE

### TIPS FOR INSTALLING AIR LINES

When cutting air lines, use a sharp knife or a hose cutter and make clean, square cuts (Fig. 13). Do not use scissors or wire cutters because these tools will deform the air line, causing it to leak around fittings. Do not cut the lines at an angle.

Do not bend the 1/4" hose at a radius of less than 1" and do not put side load pressure on fitting. The hose should be straight beyond the fitting for 1" before bending.

Inspect hose for scratches that run lengthwise on hose prior to installation. Contact Air Lift customer service at (800) 248-0892 if the air line is damaged.



To watch a video demonstrating proper air line cutting, go to [air-lift.co/cuttingairline](http://air-lift.co/cuttingairline)



fig. 13



### CHECKING FOR LEAKS

1. Inflate the air spring to at least 80 PSI.
2. Spray all connections with a solution of 1/5 liquid dish soap and 4/5 water. Spot leaks easily by looking for bubbles in the soapy water.
4. Check the air pressure again after 24 hours. A 2-4 PSI loss after initial installation is normal. Retest for leaks if the loss is more than 5 PSI.

### FIXING LEAKS

1. **Air line to PTC fitting:** Try pushing the air line firmly into the fitting to ensure it is properly seated. If leak persists, deflate the spring and remove the air line by pushing the collar toward the fitting body and pulling firmly on the air line. Trim 1" off the end of the air line making sure the cut is clean and square. Reinsert air line firmly into fitting and pull back on the air line to make sure it is seated.
2. **Threaded connection:** If possible, tighten the fitting another half turn. If the leak persists, deflate spring, remove fitting and re-coat threads with thread sealant. Reinstall to hand tight and then use wrench to finish tightening an additional 1 3/4 turns.
3. **Air spring O-ring seal:** If a leak is found at the upper or lower air spring seal on a strut or shock, contact Air Lift customer service at (800) 248-0892.

MN-868

  
wondershare 13



## Air Lift Performance

### Limited Warranty and Return Policy

Air Lift Company provides a 1-year limited warranty to the original purchaser of Air Lift Performance damper kits from the date of original purchase, that the products will be free from defects in workmanship and materials when used on vehicles as specified by Air Lift Company and under normal operating conditions, subject to the requirements and exclusions set forth in the full Limited Warranty and Return Policy that is available online at [www.airliftperformance.com/warranty](http://www.airliftperformance.com/warranty).

For additional warranty information contact Air Lift Company customer service.

### Replacement Part Information

If replacement parts are needed, call Air Lift customer service. Most parts are immediately available and can be shipped the same day.

**Contact Air Lift Company customer service at (800) 248-0892 first if:**

- Parts are missing from the kit.
- Need technical assistance on installation or operation.
- Broken or defective parts in the kit.
- Wrong parts in the kit.
- Have a warranty claim or question.

**Contact the retailer where the kit was purchased:**

- If it is necessary to return or exchange the kit for any reason.
- If there is a problem with shipping if shipped from the retailer.
- If there is a problem with the price.

### Contact Information

<b>Mailing address</b>	P.O. Box 80167 Lansing, MI 48908-0167
<b>Shipping address for returns</b>	2727 Snow Road Lansing, MI 48917
<b>Phone</b>	Toll free: (800) 248-0892 International: (517) 322-2144
<b>Email</b>	<a href="mailto:service@airliftcompany.com">service@airliftcompany.com</a>
<b>Web address</b>	<a href="http://www.airliftcompany.com">www.airliftcompany.com</a>

Air Lift Company reserves the right to make changes and improvements to its products and publications at any time. For the latest version of this manual, contact Air Lift Company at **(800) 248-0892** or visit [www.airliftperformance.com](http://www.airliftperformance.com).

MN-868





## Need Help?

Contact Air Lift Company customer service department by calling (800) 248-0892. For calls from outside the USA or Canada, dial (517) 322-2144.



Connect by searching for **Air Lift Performance** #LifeonAir

